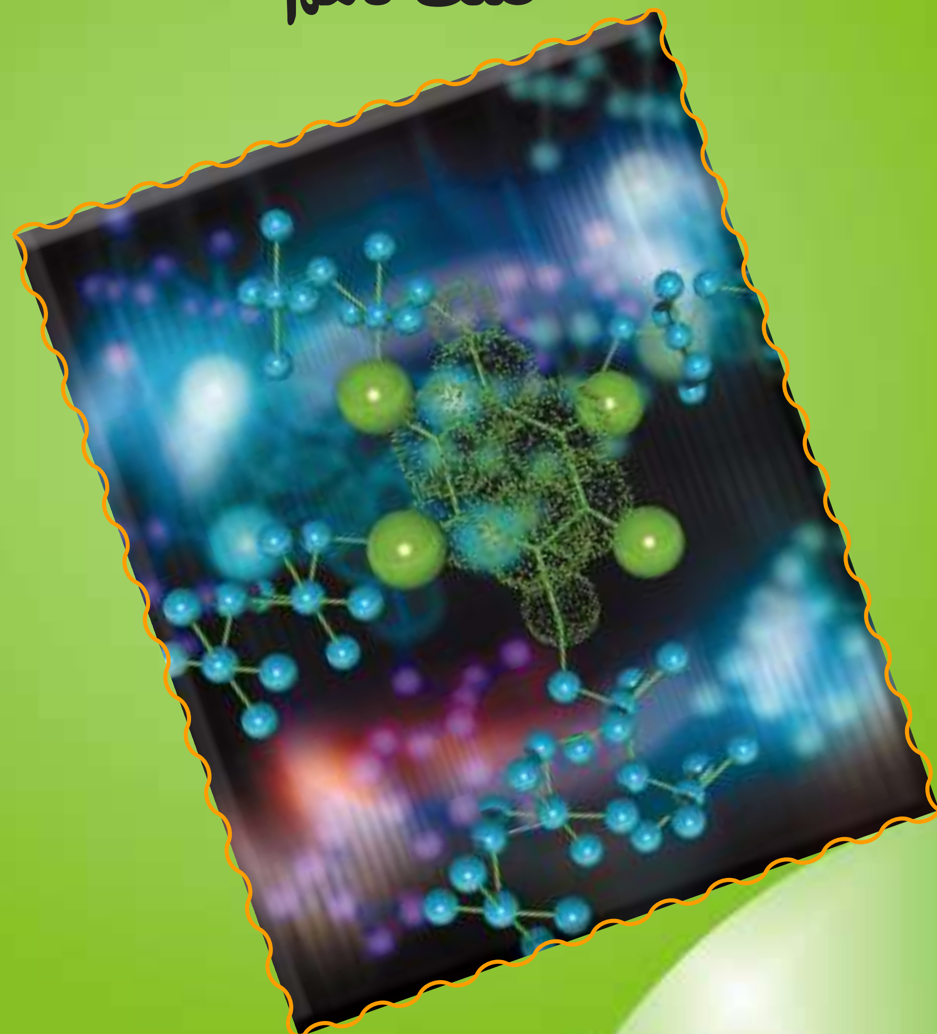
وزارت معارف

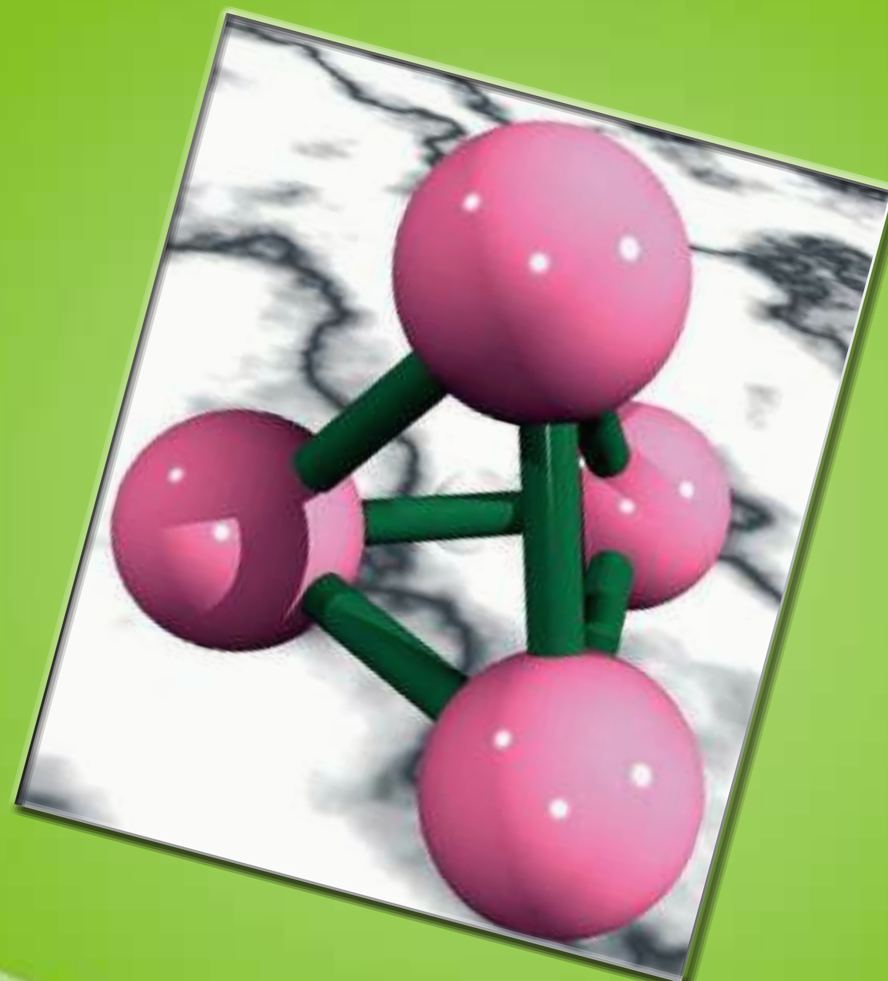
کیمیا

صنف دهم



سال چاپ: ۱۳۹۸ هـ . ش.

کیمیا - صنف دهم





سرود ملی

دا وطن افغانستـــان دی
کور د سولې کور د تورې
دا وطن د ټولـو کور دی
د پښتـون او هــزاره وو
ورسره عرب، گوجر دي
براهوي دي، قزلباش دي
دا هېـــواد به تل ځلیږي
په سـينـه کې د آسـيـا به
نوم د حق مـو دی رهبـر

دا عــزت د هــر افغان دی
هر بچی يې قهرمـــان دی
د بــلـوڅـــو د ازبکـــو
د تــرکمنـــو د تـاجکـــو
پـاميريـان، نـورستـانيـان
هــم ايمـاق، هم پشه يان
لکه لمر پر شـنه آسـمان
لکـــه زړه وي جـاويـــدان
وايـــو الله اکبر وايو الله اکبر

بسم الله الرحمن الرحیم



کیمیـــا

صنف دهم

سال چاپ: ۱۳۹۸ هـ. ش

مشخصات کتاب

مضمون: کیمیا

مؤلفان: گروه مؤلفان کتاب‌های درسی دیپارتمنت کیمیا نصاب تعلیمی

ویراستاران: اعضای دیپارتمنت ویراستاری و ایدیت زبان دری

صنف: دهم

زبان متن: دری

انکشاف دهنده: ریاست عمومی انکشاف نصاب تعلیمی و تالیف کتب درسی

ناشر: ریاست ارتباط و آگاهی عامهٔ وزارت معارف

سال چاپ: ۱۳۹۸ هجری شمسی

مکان چاپ: کابل

چاپخانه:

ایمیل آدرس: curriculum@moe.gov.af

پیام وزیر معارف

اقرأ باسم ربک

سپاس و حمد بیکران آفریدگار یکتایی را که بر ما هستی بخشید و ما را از نعمت بزرگ خواندن و نوشتن برخوردار ساخت، و درود بی‌پایان بر رسول خاتم- حضرت محمد مصطفی ﷺ که نخستین پیام الهی بر ایشان «خواندن» است.

چنانچه بر همه‌گان هویداست، سال ۱۳۹۷ خورشیدی، به نام سال معارف مسمی گردید. بدین ملحوظ نظام تعلیم و تربیت در کشور عزیز ما شاهد تحولات و تغییرات بنیادینی در عرصه‌های مختلف خواهد بود؛ معلم، متعلم، کتاب، مکتب، اداره و شوراهای والدین، از عناصر شش‌گانه و اساسی نظام معارف افغانستان به شمار می‌روند که در توسعه و انکشاف آموزش و پرورش کشور نقش مهمی را ایفا می‌نمایند. در چنین برهه سرنوشت‌ساز، رهبری و خانوادهٔ بزرگ معارف افغانستان، متعهد به ایجاد تحول بنیادی در روند رشد و توسعه نظام معاصر تعلیم و تربیت کشور می‌باشد.

از همین‌رو، اصلاح و انکشاف نصاب تعلیمی از اولویت‌های مهم وزارت معارف پنداشته می‌شود. در همین راستا، توجه به کیفیت، محتوا و فرایند توزیع کتاب‌های درسی در مکاتب، مدارس و سایر نهادهای تعلیمی دولتی و خصوصی در صدر برنامه‌های وزارت معارف قرار دارد. ما باور داریم، بدون داشتن کتاب درسی باکیفیت، به اهداف پایدار تعلیمی در کشور دست نخواهیم یافت.

برای دستیابی به اهداف ذکرشده و نیل به یک نظام آموزشی کارآمد، از آموزگاران و مدرسان دلسوز و مدیران فرهیخته به‌عنوان تربیت کننده‌گان نسل آینده، در سراسر کشور احترامانه تقاضا می‌گردد تا در روند آموزش این کتاب درسی و انتقال محتوای آن به فرزندان عزیز ما، از هر نوع تلاشی دریغ نورزیده و در تربیت و پرورش نسل فعال و آگاه با ارزش‌های دینی، ملی و تفکر انتقادی بکوشند. هر روز علاوه بر تجدید تعهد و حس مسؤولیت پذیری، با این نیت تدریس راآغاز کنند، که در آیندهٔ نزدیک شاگردان عزیز، شهروندان مؤثر، متمدن و معماران افغانستان توسعه یافته و شکوفا خواهند شد.

همچنین از دانش آموزان خوب و دوست داشتنی به مثابه ارزشمندترین سرمایه‌های فردای کشور می‌خواهم تا از فرصت‌ها غافل نبوده و در کمال ادب، احترام و البته کنجکاوی علمی از درس معلمان گرامی استفادهٔ بهتر کنند و خوشه چین دانش و علم استادان گرامی خود باشند.

در پایان، از تمام کارشناسان آموزشی، دانشمندان تعلیم و تربیت و همکاران فنی بخش نصاب تعلیمی کشور که در تهیه و تدوین این کتاب درسی مجدانه شبانه روز تلاش نمودند، ابراز قدردانی کرده و از بارگاه الهی برای آن‌ها در این راه مقدس و انسان‌ساز موفقیت استدعا دارم.

با آرزوی دستیابی به یک نظام معارف معیاری و توسعه یافته، و نیل به یک افغانستان آباد و مترقی دارای شهروندان آزاد، آگاه و مرفه.

دکتور محمد میرویس بلخی

وزیر معارف

فهرست عناوین

عنوان | صفحه

فصل اول

فصـــــــــل دوم

فصل سوم

فـــصل چهارم

فهرست عناوین

عنوان — صفحه

فهرست عناوین

عنوان | صفحه

مقدمه

کیمیا علمی است که از ساختمان ، خواص، تغییرات و تبدلات کیفی ماده بحث می کند، این علم بخشی از علوم طبیعی بوده که به اساس تجارب وتحقیقات قرن های متمادی انسان‌ها به میان آمده است. کیمیا، دارای رشته های زیاد بوده که از جمله یکی هم کیمیای عمومی می‌باشد. کیمیای صنف دهم فشردهٔ قسمتی از کیمیای عمومی است که به طور عمده فصول و عناوین ذیل دراین کتاب کیمیا مطالعه و مورد بحث قرار گرفته است:

در فصل اول تیوری انکشاف اتومی، تاریخچهٔ انکشاف تیوری اتومی، ساختمان اتوم، طیف اتومی، میخانیک کوانتمی ویا تیوری معاصر اتومی توضیح گردیده است . درفصل دوم درمورد تاریخچهٔ ساختمان سیستم پریودیک، ساختمان الکترونی عناصر، خواص عناصر و تغییر متناوب آن در جدول دوره یی عناصر و خواص عناصرانتقالی بحث به عمل آمده است. در فصل سوم روابط کیمیاوی (Chemical Bonds) با تمام مشخصات وانواع آن، وسمبول های لیویس، قانون اوکتیت و ساختمان لیویس توضیح گردیده است.

در فصل چهارم راجع به ساختمان مالیکول‌ها و قطبیت آن‌ها معلومات ارائه گردیده است.

در فصل پنجم قوای بین مالیکولی و انواع قوه‌ها تشریح گردیده است که قوهٔ عمل متقابل دایپول – دای پولی، قوه‌های واندر – والس (Vander – Walls Forces) و لندون، رابطهٔ هایدروجنی و تأثیر قوه‌ها بالای خواص فزیکی مواد توضیح شده است.

در فصل ششم حالات ماده (جامدات، مایعات و گازات) و قوانین گازات تحت بحث قرار گرفته و در فصل هفتم تعاملات کیمیاوی ارائه شده است، در مورد مفهوم معادلهٔ کیمیاوی، انواع تعاملات کیمیاوی توضیحات داده شد است. فصل هشتم تعاملات اکسیدیشن – ریدکشن را با ارائهٔ مطالب تعریف اکسیدیشن و ریدکشن، نمبر اکسیدیشن عناصر، انواع تعاملات اکسیدیشن- ریدکشن و میتود ترتیب بیلانس تعاملات – Oxidation Reduction توضیح می‌نمایید.

فصل نهم قوانین و محاسبات در کیمیا را ارائه داشته و قوانین عمدهٔ کیمیا را توضیح می‌نماید.

در پایان هر فصل خلاصهٔ هر فصل و سؤالات ناحل شده غرض مشق و تمرین شاگردان ارائه شده تا با حل آن شاگردان بیشتر و بهتر بیاموزند . در این کتاب کوشش شده است تا شاگردان در مطالب دخیل و در آموزش شان   سهولت‌ها ایجاد گردد.

فصل اول

تیوری انکشاف اتومی

اتــوم چیســت ؟کدام علمای ســاینس درمورد ســاختمان اتــوم تحقیق نموده و چـــگونه گی اتوم‌ها، فعل وانفعال وســاختمان اتوم‌ها را توضیح نموده اند ؟ اتوم‌ها از کدام ذرات اساسی تشکیل گردیده اند؟ وضعیت وحرکت الکترون‌ها به دور هستهٔ اتوم به کدام شکل است ؟ مشخصات الکترونها رابه دور هستهٔ اتوم به کدام نمبرهای کوانتم می‌توان توضیح کرد ؟

با مطالعهٔ این فصل میتوانید در بارهٔ اتوم وســاختمان الکترونی اتوم معلومات حاصل و به حل سؤالهای فوق نایل گردید.

۱ –۱: تاریخچهٔ انکشاف تیوری اتومی

یکی از تیوری‌های قدیم در تاریخ علوم حاکی از آن است که: مواد تا حدودی به ذرات کوچک تقسیم شده می‌تواند که دیگر نمی‌توان آن‌ها را به ذرات کوچک‌تری تقسیم کرد.

این تیوری در سال 400 ق.م توسط فیلسوف یونانی به نام دیموکراتس (Democritus) پیشنهاد گردید. عالم مذکور این ذرات را به نام اتوم‌ها (Atoms)[1] یادنمود.

نظریهٔ دموکراتس در آن زمان مورد قبول علمای دیگر قرار نه گرفت، سر انجام در قرن 18 کیمیادان‌ها دوباره تیوری اتومی را مورد توجه قرار دادند. علما در مورد توضیح نسبت کتلوی مواد تعامل کننده با هم‌دیگر در تحقیقات تجربی خویش از تیوری اتومی استفاده به عمل آوردند و طبق این تیوری هر یک از عناصر کیمیاوی کتله اتومی معین را دارا می‌باشند.

در سال 1803 م کیمیادان انگلیسی به نام دالتن (Dalton) تیوری اتومی را بنیان گذاری کرد، طبق این تیوری تمامی مواد از ذرات بسیار کوچک به نام اتوم‌ها ساخته شده است، این اتوم‌ها نمی‌توانند خلق شوند و هم نمی‌توانند به کلی از بین بروند. نکات عمدهٔ تیوری دالتن قرار ذیل است:

1 - مواد از ذرات غیر قابل تقسیم به نام اتوم‌ها ساخته شده اند.
2 - تمامی اتوم‌های عناصر کیمیاوی با هم مشابه و یک سان اند.
3 - اتوم‌ها نه تشکیل شده و نه از بین می‌روند.
4 - اتوم‌های عناصر مختلف با هم یک‌جا شده، مالیکول‌های مرکبات را تشکیل می‌دهند.
5 - اتوم‌های عناصر مختلف کتله‌ها و خواص کیمیاوی مختلف را دارا اند .
6 - در هر مالیکول مرکب معین، انواع و تعداد نسبتی اتوم‌های متشکله آن‌ها یک سان است.
7 - تعاملات کیمیاوی عبارت از استقرار اتوم‌ها و تشکیل روابط اتوم‌ها در مالیکول مرکبات بوده که در این تعاملات کیمیاوی اتوم‌های عناصر تغییر نمی‌نمایند.

بالاخره کیمیادان‌ها الی قرن 19 تیوری اتومی دالتن را تحلیل نموده اند، با وجودی که بعضی از نکات تیوری اتومی دالتن؛ به طور مثال : غیر قابل تقسیم بودن اتوم و یک سان بودن اتوم‌های عین عنصر غیر مدلل ثابت گردید و امروز مورد تایید علما قرار نه گرفته است؛ اما با آن هم تیوری اتومی دالتن در علم کیمیا مفید بوده و یک گام مثبت در عرصه کیمیا می‌باشد.

1- اتوم کلمه یونانی بوده، که از tom (قابل تقسیم) و A (نفی) گرفته شده است که به معنی غیر قابل تقسیم می باشد.

تیوری ســاختمان اتومی ماده که به اساس تجارب علمی علمای کیمیا به میان آمده است، قرار ذیل است:

1 - تمام مواد از ذرات کوچک به نام اتوم‌ها تشکیل گردیده اند.

2 - اتوم‌ها ذرات کوچکی اند که توسط وسایل ساده کیمیاوی تجزیه نگردیده و هر یکی از اتوم‌های عناصر مختلف به نام عنصر کیمیاوی یاد می‌شوند.

3 - اتوم‌های عناصر کیمیاوی به طور دایم (همیشــه) حال حرکت بوده، با ازدیاد حرارت سرعت حرکت آن‌ها زیاد می گردد و این حرکت آن‌ها باعث تعامل بین آن‌ها می‌شود.

4 - اتوم‌های عناصر مختلف از لحاظ کتله، حجم و خواص از هم دیگر فرق دارند.

اندازۀ اتوم

تحقیقاتــی که در قرن 20 به اســاس تشعشــعات رونتگین صــورت گرفت، دریافت گردید که قطر اتوم به صورت تقریبی $2\cdot10^{-10}m$ یا $(0.2nm)$ است.

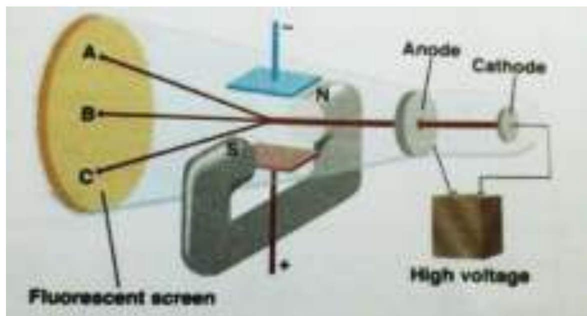
کتله اتوم‌ها بین $10^{-24}-10^{-22}g$ و یا $10^{-27}-10^{-25}kg$ قرار دارد. چون این کمیت کتلوی فوق العاده کوچک بوده، از این سبب کتلۀ اتومی نسبتی را برای اتوم‌ها تعیین نموده اند که به اساس قیمت $a\,m\,u\,(amu = 1.661\cdot10^{-27}kg)$ مشخص گردیده است.

۱ - ۲: ساختمان اتوم

در سال 1900 علمای فزیک به اثبات رسانیده اند که اتوم‌ها از ذرات کوچکتر ساخته شده اند.

مودل تامسن

فزیک‌دان انگلیســی به نام تامســن (J.J. Tomson) انحــراف اشــعۀ کتود را در ســاحۀ برقی و مقناطیسی مطالعــه نمــود. در شــکل (1-1) ســاختمان دســتگاه که تامســن در تحقیــق خویش به کار برده اســت، نشان داده شده است.



شکل(1 – 1) دستگاه تحقیقاتی تامسن

توضیح دستگاه تامسن قرار ذیل است:

شکل (۱-۱): تیوب اشعۀ کتودیک مرتب با ساحۀ ایجاد شدۀ برقی در داخل تیوب و ساحۀ مقناطیسی در خارج تیوب. ساحات برقی و مقناطیس بالای مسیر حرکت اشعۀ کتودیک به صورت عمود قرار دارد. ســمبولهای N و S قطبهای شمال و جنوب مقناطیس را مشخص می‌سازند. اشعۀ کتودیک با اعمال ساحۀ مقناطیس بر نقطۀ A با تطبیق ساحۀ برقی بر نقطۀ C و در نبود ساحات مقناطیسی و برقی (و یا خنثی شدن متقابل ساحۀ برقی توسط ساحۀ مقناطیسی) بر نقطۀ B صفحۀ تشخیص تیوب اصابت می کند.

تامسن در تحقیقات خویش نسبت $(\frac{e}{m})$ را محاسبه نمود که کمیت $1.76\cdot10^{11}\frac{C}{kg}$ را به دست آورد .در این جا (C) کولمب بوده که واحد بین المللی مقدار چارج است.
تامسن همچنان دریافت نمود که استعمال گاز در دستگاه و هم نوعیت الکترودها (انود و کتود) نمی‌توانند مشخص و معین باشد.



توجه نمایید

تامسن به این نتیجه رسید که این ذرات چارج دار منفی در تمام مواد محسوس بوده و این ذرات را به نام الکترون‌ها (Electrons) مسمی ساخت. این نام از کلمه الکتریک گرفته شده و به ذراتی گفته می‌شود که در نتیجهٔ حرکت آن‌ها جریان برق به وجود می‌آید.



فعالیت

1 - اشعه که از کتود در تیوب تخلیهٔ تجزیهٔ تامسن خارج می‌گردد، به کدام سمت منحرف می‌گردد؟
2 - اشعهٔ کتود دارای کدام چارج است؟

نکتهٔ مهم

قیمت چارج برقی الکترون توسط عالم امریکایی به نام ملیکان (Millikan) مشخص گردید، موصوف این کمیت را در سال‌های 1909-1917 در قطرات تیل کشف کرد که مساوی به $1.602\cdot10^{-19}\,Cb$ است . این کمیت را به حیث واحد اولی چارج ذرات چارج دار قبول نموده اند. بدین اساس کتله الکترون عبارت است از:

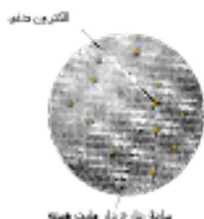
$$1.76\cdot10^{11}C/kg=\frac{e}{m}$$

$$m=\frac{e}{1.76\cdot10^{11}C/kg}=\frac{1.602\cdot10^{-19}C\cdot kg}{1.76\cdot10^{11}C}$$

$$\boxed{m=9.11\cdot10^{-31}kg}$$

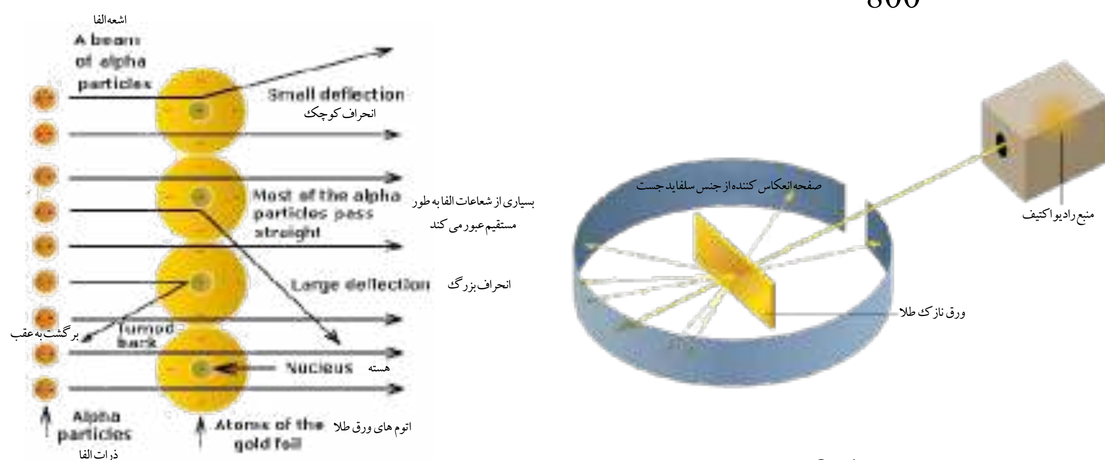
پس کتلهٔ یک الکترون مساوی به $9.11 \cdot 10^{-31}kg$ یا $\frac{1}{1840}$ ام حصه کتلهٔ یک اتوم هایدروجن (پروتون) است.

در سال 1898 تامسن در نتیجه تحقیقات ابراز نظر نمود: اتومها متشکل از یک هستهٔ چارج دار مثبت بوده که به اطراف آن الکترونها دارای چارج منفی منتشر گردیده است. مودل اتومی تامسن مشابه به ساختمان کیک کشمش دار بوده که کشمش در کیک مانند الکترونها در بین هسته‌ها ی اتومها را نشان می‌دهد:



شکل (1 - 2) مودل اتومی تامسن

در سال 1909 همکاران رادرفورد، کایگر (Geuger) و مرسدین (Merssden) پیشنهاد تامسن را مورد مطالعه قرار داده اند و کشف کردند که ذرات از ورقه‌های نازک طلا عبور نموده؛ اما $\frac{1}{800}$ حصه آنها دوباره بازگشت و یا منتشر می گردند.(شکل ذیل را ملاحظه نمایید)



شکل (1-3) : انتشارات ذرات α توسط ماده رادیو اکتیف و عبور از ورق نازک طلا

خلاصه نتیجه تجربه رادرفورد:

اگر ذرات الفا (α) که دارای چارج دو مثبت (+۲) است حین عبور از صفحه نازک طلا نزدیک به هسته قسماً انحراف می کند و اگر از هسته دورتر باشد مستقیم عبور می کند و اگر مقابل هسته قرار گیرد بازگشت می کند از این نتیجه می شود که هسته دارای چارج مثبت بوده و یک قسمت کوچکی از ساحه اتوم را تشکیل می دهد.

رادرفورد در این مورد ابراز نظر نموده اند«... تقریباً غیر قابل باور است که اگر ما مرمی را از فاصله 4,5m به ورق کاغذ قطی سگرت فیر نماییم و این مرمی بعد از تصادم دوباره بازگشت نموده و به شما برخورد نماید.» رادرفورد دریافت کرد که کتله و چارج مثبت حتماً در یک قسمت کوچک حجم اتوم متراکم گردیده و به نام هسته یاد می‌شود. ذرات α زمانی بعد از تصادم دوباره بازگشت می‌نمایند که با هسته اصابت نموده باشد. قسمت زیادی از ذرات α از طریق فضای بین هستهٔ اتوم‌ها عبور می‌نمایند . شکل فوق مودل اتومی بوده، شکل حقیقی اتوم نیست. در صورت‌که هستهٔ اتوم به اندازه (۰) باشد، اتوم دارای حجم مساوی به حجم یک اطاق درسی خواهد بود . اتومی که قطر آن $10^{-8}\,m$ باشد، هسته آن قطر $10^{-15}\,m$ خواهد داشت.

رادرفورد در سال 1911 مودلی را پیشنهاد نمود که سیستم نظام شمس را خاطر نشان می‌سازد ؛ طوری که هسته مانند آفتاب در مرکز قرار داشته و الکترون‌ها مانند سیاره ها به دور هسته در مدارهای معین در حال حرکت است.



فکر کنید

1 - وقتیکه شعاع الفا بالای ورق نازک طلا تصادم می کند، چی اتفاقی افتید ؟
2 – چرا بعضی از ذرات بازگشت نموده اند ؟
3 – چرا بعضی از ذرات الفا منحرف شده اند ؟

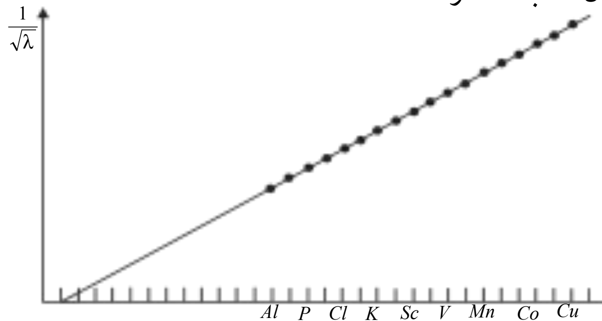
نمبر اتومی

در سال 1913 فزیک دان انگلیسی به نام موزلی (G. Moseley) اشعه رونتگین را که از فلزات مختلف در تیوب کتودی منتشر می گردد، مطالعه نمود، موصوف گراف وابستگی کمیت معکوس جذر مربع طول موج اشعه رونتگین $\frac{1}{\sqrt{\lambda}}$ را با نمبر ترتیبی عناصر در سیستم پریودیک ترسیم کرد (عناصریکه نمبر اتومی آن زیاد بوده طول موج اشعه X آن کمتر می باشد، انرژی بیشتر دارد) . شکل ذیل را ملاحظه نمایید . گراف داده شده نشان می‌دهد که نمبر اتومی عناصر کدام یکی از مشخصات مهم عناصر را انعکاس می دهد.

موزلی ابراز نظر نمود‌که این خاصیت را چارج هستهٔ اتوم از خود نشان می‌دهد و هم این ذرات در اثر عبور از یک عنصر به عنصر مابعد آن به اندازه یک واحد به شکل متناوب زیاد می گردد.

موقعیت عناصر در سیستم پریودیک (محور افقی) تعداد پروتون‌ها را در هسته آن‌ها تعیین

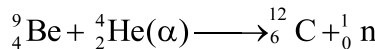
می‌نماید موزلی نمبر ترتیبی عناصر را در سیستم پرویودیک به نام نمبر اتومی یاد کرد و به سمبول (Z) افاده نمود. بالاخره دانسته شد که نمبر ترتیبی عناصر با تعداد پروتون‌های آن عنصر در اتوم آن مطابقت دارد.



مطابق به اظهارات موزلی نمبر اتمی عناصر مساوی به چارج هسته آن بوده و تعداد پروتون‌ها را در هسته نشان می‌دهد .« پروتون کلمه لاتین بوده و به معنی اولی و یا سابقه ترین از همه می‌باشد»

چون اتوم‌های عناصر کیمیاوی از لحاظ چارج برقی خنثی بوده ؛ بنابراین تعداد پروتون‌ها مساوی به تعداد الکترون‌ها در اتوم‌های عناصر است.

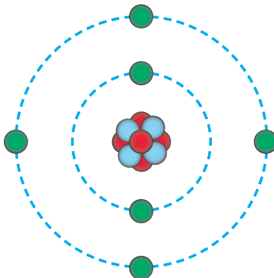
نیوترون: کتله اتومی یک عنصر نسبت به کتله مجموعی پروتون‌های هستهٔ آن بزرگتر است، غرض توضیح این تفاوت کتله، رادرفورد پیش بینی کرد که در هسته اتوم ذرات خنثی نیز موجود بوده، کتله فی واحد آن‌ها معادل کتله پروتون است و از لحاظ چارج خنثی می‌باشند؛ از این سبب به نام نیوترون (Neutron) (خنثی) یاد شده اند. چادویک (Chadwick) در سال 1932 در نتیجه تعاملات هسته یی نیوترون را کشف کرد، موصوف هسته بیریلم را توسط ذرهٔ α بمباردمان کرد، در نتیجه نیوترون را به دست آورد . معادلهٔ تعامل آن قرار ذیل است:



$${}^{9}_{4}Be + {}^{4}_{2}He(\alpha) \longrightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$$

در این معادله سمبول نیوترون (${}^{1}_{0}n$)، ${}^{9}_{4}Be$, ${}^{4}_{2}He$ و ${}^{12}_{6}C$ نوکلوییدهای (هسته) عناصر بیریلیم، هیلیم و کاربن را نشان می‌دهد.

ذرات اساسی اتوم: مجموعهٔ پروتون‌ها و نیوترون‌ها را به نام نویکلون یاد می‌نماید و به نام نمبر کتله نیز یاد می‌گردد.



$$\Sigma p + \Sigma n = Nuclion$$

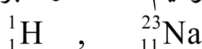
جدول ذیل بعضی از خصوصیات فزیکی ذرات اساسی اتوم را نشان می‌دهند:

جدول (1-1) خصوصیات فزیکی ذرات اساسی اتوم

ذرات	کتله به کیلو گرام	چارج نسبتی	چارج به کولمب	کتله نسبتی
پروتون	$1.6726 \cdot 10^{-27}$	+1	$1.602 \cdot 10^{-19}$	1. 0073
نیوترون	$1.75 \cdot 10^{-27}$	0	-	1.0087
الکترون	$9.1 \cdot 10^{-31}$	-1	$1.602 \cdot 10^{-19}$	$5.4858 \cdot 10^{-4}$

نوکلیویدها و ایزوتوپ ها

نوکلیوید‌ها هسته‌های اتوم‌ها را افاده نموده و توسط آن کتله هسته اتوم را نشان می‌دهند. نوکلیوید‌های عناصر را طوری نشان می‌دهند که نوکلیون (کتله اتومی) را در قسمت بالای طرف چپ سمبول و نمبر اتومی (تعداد پروتون‌ها) را طرف چپ سمبول در قسمت پایانی آن می نویسند؛ به طور مثال: نمبر کتله سودیم ۲۳ آن و نمبر اتومی آن ۱۱ است.


$^{1}_{1}H \quad , \quad ^{23}_{11}Na$

ایزوتوپ‌ها (Isotops): عبارت از نوکلیوید‌های (هسته) عین عنصر بوده که عین تعداد پروتون‌ها را دارا اند؛ اما تعداد نوکلیون‌های (نمبر کتله) آن‌ها از هم فرق دارند، یعنی این نوکلیوید‌ها دارای تعداد نیوترونهای مختلف می‌باشند. یا به عبارت دیگر اتوم های یک عنصر که نمبر اتومی یکسان و نمبر کتله آن فرق داشته باشد بنام ایزوتوپ یاد می شوند. چون خواص کیمیاوی عناصر مربوط به چارج مثبت هستهٔ اتوم عناصر و ساختمان الکترونی آن‌ها است؛ بنابراین خواص کیمیاوی ایزوتوپهای عناصر یک سان است ؛ به طور مثال: ایزوتوپهای عنصر کلورین عبارت از $^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$ بوده که نمبر اتومی آن‌ها 17 و نوکلیون آن بترتیب 35 و 37 می‌باشند و نیوترون‌های آن‌ها هم به ترتیب 18 و 20 است، تعاملات کیمیاوی هر دو اتوم کلورین یک سان است .



فعالیت

به نوکلیونهای $^{22}_{10}Ne, ^{21}_{10}Ne, ^{20}_{10}Ne$ توجه نموده و به پرسش‌های ذیل جواب ارائه نمایید.

الف – هر یک از نوکلیونهای مذکور دارای چند نیوترون است ؟

ب – این نوکلیونها نسبت با هم دیگر به چی نام یاد می‌شوند ؟

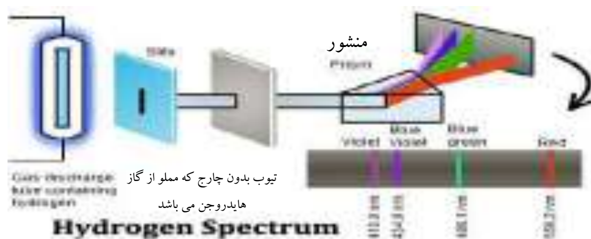
1 – 3 : طیف اتومی

پیدایش و ایجاد خصوصیات سپکتر اتومی (طیف اتومی) سؤالاتی را حل کرد که به کمک مودل اتومی رادرفورد حل آن امکان پذیر نبود.



اگر نور آفتاب و یا چراغ برقی از یک سوراخ عبور و روشنی آن بالای منشور بتابد و از منشور به پرده تاریک عبور نمایید ؛ در این صورت ساحه رنگین کمان (طیف نور افتاب) آشکار گردیده که متشکل از خطوط مجزا رنگه می‌باشد، دسته این رنگ‌ها با تشعشات قابل دید تمام خطوط موجی مطابقت داشته و به نام سپکتر مسلسل یاد می گردد:

اگر منبع نور از تیوب تخلیهٔ ناشی گـردد کـه دارای عنصـر گازی باشـد مثـلاً گاز هایدروجـن، در این صورت سـپکتری را تشکیل می‌دهـد کـه از خطـوط رنگـه مختلف مجـزا تشـکیل گردیده اسـت. این نـوع سـپکترها به نام



شکل(1 – 5) سپکتر اتومی

سـپکتر اتومی خروجی(Emission) یا سـپکتر خطی یاد می گردند، (شکل 1 - 6) اگر مواد کیمیاوی توسـط کدام وسـیله تحریک گردد، سپکتر خطی آن‌ها در منشور ملاحظه می‌شود ؛ به طور مثال: به کمک جریان برق از تیوب‌های تخلیه و یا حرارت توسط شعلهٔ می‌توان مواد را تحریک کرد. سـپکترهای اتومی خطی در ساحه قابل دید و ما ورای بنفش سپکتر مشاهده می شود. در صورتی که بالای شعله چراغ فلز سودیم و یا مرکبات آن علاوه گردد، دراین صورت نور با خطوط موجی 590nm تشعشع نموده و شعله آن زرد رنگ می‌باشد. اگر در تیوب تخلیه گاز هایدروجن انداخته شـود و توسـط ولتاژ برقی تحریک گردد، در این صورت رنگ سرخ مایل به گلابی را در آن ملاحظه خواهیم کرد. سپکتر جذبی را توسط عبور نور سفید از مواد به دست می‌آورند که شامل تمام طول موج در ساحه قابل دید می‌باشد. نوری دارای طول موج معین توسط مواد جذب شده و در این ساحه خطوط سیاه ظاهر می گردد. به خاطر مطالعه سپکتر جذبی و خروجی، آله به نام سپکترو متر (Spectro meter) به کار برده می‌شود.

مشاهدات و تحقیقاتی توسط سپکترومتر نشان می‌دهد که سپکتر Emission هایدروجن از چندین گروپ خطوط مسلسـل تشکیل می گردد، این سلسله از خطوط به نام کاشفین شان مسمی می‌باشد؛ به طورمثال :سلسله بالمیر (Balmer ceriss) توسط عالمی به نام Balmer کشـف گردید که در ساحه قابل دید سپکتر به ملاحظه می‌رسد. هر قدر که سویه انرژی بلند میرود سویه های انرژی به هم نزدیک و بلاخره به شکل یک خط قرار میگیرند و یا به عبارت دیگر در هر یک از سلسـله‌ها در نتیجه حرکت به سمت فریکونسی بلند سپکتر ساحهٔ خطوط

مجـاور مواد به صـورت کل تقلیل یافته و بالاخره با هم وصل گردیده و سـپکتر مسلسـل (Cantinum) را تولید می‌نمایید.

شکل (1-6) الف – سپکتر اتوم هایدروجن ب– سلسله بالمر در سپکتر اتومی هایدروجن
سلسله: ، L–Lyman ، B–Balmer ، Pa–Pachen ، Br–Bracket ، Pf–Pfond
سلسله برکیت توسط سلسله پفوند و پوشن پوشانده شده است.

توجه نمایید

1 - اگر الکترون‌ها از اقشار ($n = 2,3,4$) به قشر نزدیک هسته قشر اول منتقل گردد، انرژی آزاد شـده از اتوم زیاد بوده و خواص اشـعه x را دارا است و در ساحه ماؤرای بنفش به ملاحظه میرسد، این دسته را به نام لیمن یاد می‌نمایند، طول موج اشعه مذکور $1216 - 973\ A^o$ است.

2 - اگر الکترون از اقشـار ($n = 3,4,5,6$) به قشـر دوم منتقل گردد. انرژی نوری آن ضعیف بوده و خواص نور مرئی را دارا اسـت که این دسـته اشـعه را به نام Balmyr یاد می‌نمایند طول موج اشعه مذکور بین $6563 - 410\ \mathring{A}$ است.

3 - اگر الکترون از سـویه‌های انرژیکی بلند ($n=4,5,6$) به سـویه انرژیکی سوم انتقال نماید، انرژی نوری و شـعاع منتشرۀ آن ضعیف بوده و مشخصات آن نزدیک به شعاع ما تحت سرخ قرار دارد. این سلسلۀ نوری را به نام Poshen یاد مینمایید و طول موج شعاع منتشرۀ آن بین $17850 - 12820\ A^o$ قرار دارد.

4 - بالاخره اگر انتقال الکترون از سویه بلند تراز $n = 4$ به سویه‌های انرژیکی چهارم صورت گیرد ، انرژی منتشرۀ اشعۀ نوری آن بسیار ضعیف بوده و مشخصات آن پایین تر از ساحه ما تحت سرخ ملاحظه می گردد، این دسته تشعشعات نوری را به نام سلسله Brackett، Pfund یاد می‌نمایند. مشخصات سلسله‌های مذکور در شکل (1 - 6) ملاحظه می گردد.

۱–۴ : تیوری اتومی بور

تحقیقات بور در مورد ساختمان اتوم که با تیوری کوانتمی پلانک استوار است، در ابتدا به موفقیت‌های زیاد نایل گردید ؛ اما بعد از دوازده سال غیر مدلل ثابت گردید؛ لاکن موزلی (1915 - 1889) در تحقیقات خویش از فرضیهٔ بور در ساختمان اتوم استفاده به عمل آورد. نظر یه بور در انتشار سپکتر اتوم کمک نمود.

مطابق به تیوری پلانک انرژی کوانتایزیشن (Quantization) می گردد. برای توضیح مشخصات خطی سپکترها عالم دنمارکی به نام بور Boher در سال 1913 مودل اتومی را پیشنهاد کرد، این مودل بور به فرضیهٔ کوانتی پلانک متکی بود، طبق تیوری پلانک: انرژی ممکنه که جذب و یا تشعشع می گردد، از قطعات معین متشکل است که به نام انرژی کوانتم (Quantum) یاد می‌شود.

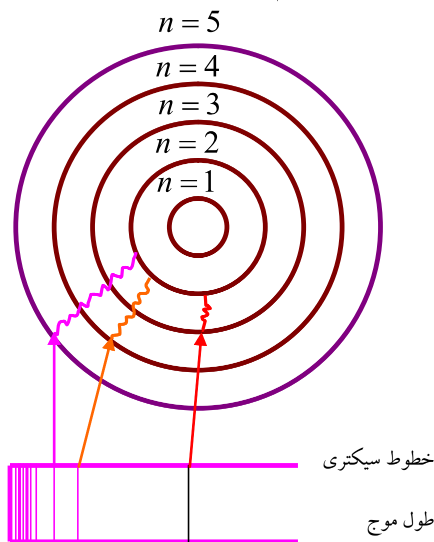
۱–بور ابراز نظر نمود: انرژی الکترون متحرک به دور هسته اتوم مشخص و معین بوده و این انرژی کوانتمی است، انرژی لازم الکترون‌ها برای حرکت معین در قشر (Orbite) اتوم مربوط به شعاع آن در قشر معین است.(کوانتم کلمه لاتین بوده که معنا مقدار و یا کمیت را می‌رساند.)

الکترون‌های که دراقشار دور تر از هسته حرکت می‌نمایند، انرژی بیشتر را نسبت به الکترون‌های متحرک به نزدیک هسته دارا اند، چون انرژی الکترون کوانتمی است، از این سبب شعاع اوربیت آن نیز کوانتمی می‌باشد. شعاع اوربیت‌ها می توانند، تنها قیمت‌های معین را دارا باشد.

۲– موقعی که الکترونها در اوربیت مشخص به دور هسته اتوم متحرک بوده باشد، نه انرژی کوانتمی را جذب و نه آزاد می‌سازد. در صورتی که الکترون از قشر نزدیک به هسته به قشر دور تر از هسته منتقل گردد، کوانت انرژی را جذب می‌نماید و بر عکس در صورتی که مقدار معین انرژی را آزاد نموده باشد، به قشر نزدیک هسته منتقل می گردد؛ اما به زودی کوانت انرژی جذب شده را آزاد و یا آزاد شده را دوباره جذب می‌نماید که این انرژی مساوی به تفاوت دو سویه انرژی است که از معادله بور محاسبه می گردد.

$$\Delta E = E_2 - E_1 = -RH\left(\frac{1}{n_2^2} - \frac{1}{n_1^2}\right)$$

که در این فورمول RH ثابت رید برگ، اتوم هایدروجن n_1 , n_2 سویه انرژی اصلی است



شکل (1 – 8) مودل اتومی بور .

قیمت ثابت رید برگ $-2,18\times10^{-18}$ J است. از جذب فوتون‌های نوری به قدر کافی و اضافه تر از آن در سپکتر جذبی خطوط سیاه مشاهده می شود: فریکونسی سپکتر خطی توسط عالمی به نام Redberg توضیح می گردد.

$$\nu = R(\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2})$$

در معادلهٔ فوق ν (نیو) فریکونسی، R ثابت ریدبرگ برای فریکونسی است که $R = 3.28\cdot10^{15} / s$ ، n_1 و n_2 اعداد تام کوانتی را افاده می کند.

سوال: فریکونسی نور حاصله از یک الکترون اتوم هایدروجن تحریک شده وقتیکه از سویه انرژی سوم به سویه انرژی اول انتقال کند، چند است؟

حل:

$$\nu = R(\frac{1}{n_1^2}-\frac{1}{n_2^2}) = 3.28\cdot10^{15}(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{3^2})$$

$$\nu = 3.28\cdot10^{15}(\frac{9-1}{9}) = 3.28\cdot10^{15}(\frac{8}{9}) = 2.91\cdot10^{15}\,\text{Cycal}\cdot s^{-} = 2.91\cdot10^{15}\,\text{Hz}$$

طبق تیوری کوانتم انرژی فوتون عبارت از کوانت نور مقدار معین نور با فریکونسی ν بوده و مساوی به $h\nu$ می‌باشد، یعنی: $\boxed{E = h\nu}$

در معادل فوق h ثابت پلانک بوده که مساوی به $h = 6.63\cdot10^{-34}\,J\cdot sec$ است. اگر الکترون از اوربیت/اوربیتال(ساحه موجودیت الکترون) دارای انرژی E_1 به اوربیت دارای انرژی E_2 منتقل گردد، مقدار انرژی را جذب و یا آزاد می‌سازد. مقدار انرژی مذکور عبارت است از: $E_1 - E_2 = h\nu$ $\quad$ $\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$

معلومات اضافی

حالت حرکی ممکنهٔ الکترون عبارت از همان حالتی است که مومنت مقدار حرکت زاویه وی آن را طبق قوانین حرکت دورانی یا زاویه وی مشخص می‌سازد. اندازه حرکت دایره وی مومنت مقدار حرکت آن بوده که عبارت از حاصل ضرب سرعت کتله و شعاع دایره $(P = m\,v\,r)$ است، مومنت مقدار حرکت زاویه وی الکترون مساوی به مضروب صحیح تام $\frac{nh}{2\pi}$ بوده و ثابت می‌باشد. در این جا مضروب صحیح و تام نمبر کوانتم اصلی (n) است که قیمت‌های ....1,2,3 و غیره به خود اختیار می کند:

$$m\,v\,r = \frac{nh}{2\pi} ------------------------1$$

از نظریات بور میتوان دریافت کرد که الکترون به دور هستهٔ اتوم تحت دوقوه حرکت می‌نماید وآن عبارت از قوهٔ فرار از مرکز و قوهٔ جذب یا دفع الکتروستاتیکی بین ذرات چارج دار می‌باشد .

قوهٔ فرار از مرکز $F=\dfrac{mv^2}{r}$ ------------------------ 2

قوه جذب یا قوه دفعه کولمب $F=\dfrac{kze^2}{r^2}$ ------------------------ 3

چون طرف چپ معادلهٔ 2 و 3 باهم مساوی است، پس طرف راست آن‌ها نیزباهم مساوی می‌باشد.

$$\frac{mv^2}{r}=\frac{kze^2}{r^2} \text{------------------ } 4$$

در فورمول فوق m کتله و v سرعت الکترون بوده، z چارج هسته و e چارج الکترون و r شعاع اتوم را افاده می کند.

در معادلهٔ اول دو کمیت مجهول v و r موجود است، بر اساس حل معادلات درجه اول یک مجهوله، این کمیت مجهول را میتوان قرار ذیل در یافت کرد. قیمت r را از معادله 4 به دست آورده و در معادله 1 معامله می‌نماییم:

$$r^2\frac{mv^2}{r}=\frac{kze^2}{r^2}r^2$$

$$r\,mv^2=k\,ze^2$$

$$r=\frac{kze^2}{mv^2} \text{------------------------ } 5$$

$$mv\left(\frac{kze^2}{mv^2}\right)=\frac{nh}{2\square}\Rightarrow\frac{kze^2}{V}=\frac{nh}{2\pi}$$

سرعت $vnh=kze^2\cdot 2\square \quad , \quad V=\dfrac{kze^2 2\square}{nh}$ --------- 6

قیمت V را از معادلهٔ 6 در معادلهٔ 5 معامله نموده، r را به دست می‌آوریم.

$$r=\frac{kze^2}{m\left(\frac{kze^2}{nh}\right)^2},r=\frac{kze^2}{mk^2z^2e^2e^2\cdot 4\pi^2} \quad ,r=\frac{k\,ze^2}{1}=\frac{n^2h^2}{mk^2z^2\cdot 4\pi^2\cdot e^2\cdot e^2\cdot 4\pi^2}$$

شعاع $r=\dfrac{n^2h^2}{mkze^2 4\pi^2}$ ------------------------ 7

اگر انرژی حرکی و پوتنشیال الکترون‌ها، یعنی $E_k=\frac{1}{2}mv^2$ و $Ep=\dfrac{-kze^2}{r}$ را باهم جمع نمایم، انرژی مجموعی الکترون قرار ذیل به دست می‌آید :

$$E = E_K + E_P = \frac{1}{2}mv^2 + (-\frac{kze^2}{r})$$

$$E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{Kze^2}{r} ------------------- 8$$

اگـر اطـراف معادلـه 4 را ضـرب در $\frac{1}{2}r$ نمایـم، در این صـورت حاصل می‌شـود که:

یا

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{kze^2}{r^2}$$

$$\frac{1}{2}\frac{mv^2}{r} = \frac{kze^2}{r^2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{kze^2}{2r} ------------------- 9$$

حال قیمت $\frac{1}{2}mV^2$ را در معادله 8 معامله نموده، حاصل می‌شود که:

$$E = \frac{kze^2}{2r} - \frac{kze^2}{r}$$

$$E = \frac{kze^2 - 2kze^2}{2r} = \frac{-kze^2}{2r}$$

$$E = -\frac{1}{2} \cdot (\frac{kze^2}{r}) ------------------- 10$$

قیمت r را از معادله 7 در معادله 10 معامله نموده، حاصل می‌شود که:

$$E = -\frac{1}{2}\frac{kze^2}{\frac{n^2h^2}{mkze^2 4\pi^2}}$$

$$E = \frac{-1(-kze^2)}{2} \cdot \frac{mkze^2 4\pi^2}{n^2h^2}$$

$$E = \frac{-(-k^2z^2e^4 \cdot 2\pi^2 \cdot m)}{n^2h^2} --------------- 11$$

انرژی برای کوانتم اصلی

سـوال: قیمـت انـرژی بـرای کوانتـم نمبر $n = 1$ اتـوم هایدروجـن را توسـط معادلـه $E = \frac{-z^2 \cdot e^4 \cdot k^2 \cdot 2\pi^2 \cdot m}{n^2 \cdot h^2}$ محاسبه کنید.

$$E = -\frac{(1)^2(1{,}62 \cdot 10^{-19}c)^4(9 \cdot 10^9 \cdot c)^2 \cdot (2)(3{,}14)^2(9{,}1 \cdot 10^{-31}kg)}{(1)^2(6{,}62 \cdot 10^{-34}J \cdot s)^2}$$

$$= -2{,}18 \cdot 10^{-18}J = 2{,}18 \cdot 10^{-11}erg$$



فعالیت

به اساس معادلهٔ 6 دریافت گردیده است که سرعت الکترون اتوم هایدروجن (n=1) مساوی 2200km/sec و به اساس معادل 7 محاسبه گردیده است که شعاع اتوم هایدروجن 0.053nm است (n=1).

این عبارت درســت است ویا غلط؟ در مورد فکر نموده وکمیت‌های فوق را به اساس محاسبه دریافت نماید .



توجه نمایید :

اگر مقدار برق یک کولمب و فاصله بین چارج‌ها 1m باشد، آن‌ها یک دیگر را به قوهٔ $9 \cdot 10^9 N$ جذب و یا دفع می‌نمایند. بناً قیمت k قرار ذیل محاسبه می گردد:

$$F = K\frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$K = \frac{F \cdot r^2}{q_1 \cdot q_2} = \frac{9 \cdot 10^9 N.m^2}{C \cdot C} \quad \Rightarrow k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

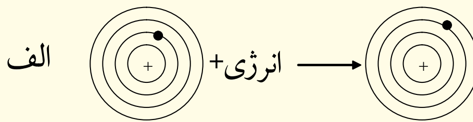
به توضیحات زیر توجه کنید

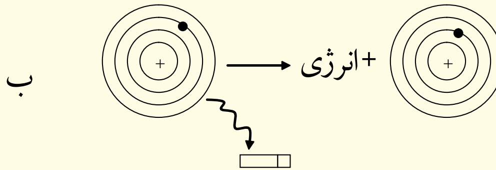
به اســاس قاعدهٔ اول بور می‌توان سرعت حرکی الکترون را توضیح نمود و به اساس قاعــده دوم می‌توان توضیح کرد که الکترون در یک قشــر بــدون اینکه انرژی را جذب و آزاد ســازد. در حال حرکت موجی بوده و اگر به الکترون انرژی داده شــود از قشــر نزدیک به هســته به قشر دور تر از هســته منتقل گردیده و اگر انرژی الکترون کم ساخته شــود، به قشر پایین و نزدیک به هسته سقوط نموده، لاکن انرژی جذب شده را در مدت $10^{-10} - 10^{-8}$ ثانیه دوباره آزاد ویا انرژی آزاد شــده را دوبــاره جذب نموده به موقعیت اصلی خود بازگشــت می‌نمایید والکترون‌ها به مدارهای دایره وی به دور هســته در حال حرکت می‌باشند.



فعالیت

به شــکل ذیل دقت نموده و درجملات بعد از شــکل در زیر کلمات نامناسب خط بکشید تا جملات درست گردد.





شکل (1-9) اتومها باگرفتن ویا باختن الکترون ها

در شکل الف الکترون بــا (گرفتــن انرژی / از دســت دادن انــرژی) ســویهٔ انــرژی (بلنــد / پایین) منتقــل گردیده است .

در شکل ب الکترون با(گرفتن انرژی / از دست دادن انرژی) سویهٔ انرژی (بلند / پایین) منتقل گردیده است.



معلومات اضافی

تیــوری بــور را عالمی به نام زومیر فیلد در ســال 1916 انکشــاف داد. وی نظر داده اســت که: هر یک از نمبرهای کوانتم انرژی اوربیت‌های کروی را معین ســاخته و هم بعضی از اقشــار بیضوی را نیز می‌توان به اساس همین نمبرهای کوانتم اصلی مسمی ســاخت که به حرف n نشان داده شده، نمبرهای کوانتم دومی را نیز شامل ساخت که شکل بیضوی اقشار (مختلف المرکز) را مشخص می‌سازد و آن را به l افاده کرد. راجع به تمام نمبرهای کوانتم معلومات ارائه خواهد شد.



فعالیت

الف – کمیت مقدار تغییر انرژی زمانی که یک الکترون ازسویهٔ انرژیکی اول به دوم انتقال مینمایید، چقدر است؟

ب – کمیت یا اندازه تغییرات انرژی موقعی که یک الکترون از سویهٔ دوم به سویهٔ اول سقوط می‌نمایید، چقدر خواهد بود ؟

ایــن تیوری‌هــا راجع به ســاختمان الکترونی اتــوم معلومات لازمــه را ارائه کرده نمی‌توانســت، از این سبب تیوری‌های دیگر به وجود آمد که در صفحات بعدی مطالعه می گردد.

1 - 5 :تیوری معاصر اتومی (میخانیک کوانتمی)

ممکـــن حیرت انگیز باشـــد این که: (نظر یه بور باوجـــود موفقیت‌های خویش بعد از زمان ده ســـال انتشار آن ردگردید) گرچه نظر بور توانست سپکتر اتوم‌های یک الکترونی را توضیح نمایند؛ اما به توضیح ســـپکتر اتوم‌های چندین الکترونی قادر نبود . در سال‌های 1920-1930 در فزیک نظری دو پرسش به میان آمد:

1 - سؤال اول مربوط به دو نظر مختلف در مورد طبیعت نور (نظریه موجی و طبیعت فوتونی نور) بود.

2 - سؤال دوم عبارت از پدیده کوانتمی مقدار معین نور و انرژی که باید آن را به صورت یک مسأله فراموش شده میخانیک نیوتن دخیل ساخت.

بنابر همین علت بود که تیوری میخانیک جدید و معاصر ایجاد گردد: مطابق به این تیوری: نور خواص موجی را دارا بوده و هم خواص ذره وی را دارا است.

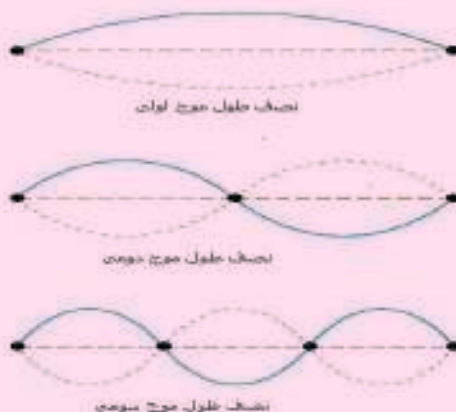
طبیعت موجی و ذره وی

اولین کســـی که در مورد میخانیک موجی معاصر قدم مثبت نهاد، در ســـال 1924م عالمی به نام دی - بروگلی (De-Broglie) بود. در زمان‌های ســـابق علما نظر داشـــته اند که تشعشـــات الکترو مقناطیســـی عبارت از پدیده‌های موجی مطلق اســـت (با وجودی که انشـــتاین خاطر نشان ساخته بود « در بعضی تجارب آن موج‌های الکترومقناطیسی خاصیت ذره وی یا فوتونی را از خود نشان می‌دهند»).



متوجه باشید

پدیده‌هـــای موجـــی عبـــارت از انکســـار و تداخـــل مایکـــروذرات اســـت وبه خاطرآموزش تاثیر این دو پدیده لازم اســـت تا طول موج نســـبت داده شده به هر ذره را آموخت.



شکل (1 – 10) تصویر سیستمی در حال اهتزازی .

دی-بروگلی با در نظر داشت معادلات انرژیکی انشتاین و فورمول پلانک طول موج فوتون‌ها را قرار ذیل بدست آورد:

$$E = h \cdot v \quad , \quad v = \frac{E}{h} \quad \text{یا} \quad \frac{E}{h} = \frac{C}{\lambda} \rightarrow \frac{E}{C} = \frac{h}{\lambda}$$

از نظر تیوری نسبیت انشتاین می‌توان رابطه بین مقدار حرکت نور، سرعت و انرژی را طبق معادلات ذیل محاسبه کرد:

$$E = mC^2 \qquad \frac{E}{C} = mC$$

چون مومنت مقدار حرکت عبارت از حاصل ضرب کتله و سرعت است،یعنی:

$$P = mc$$

از این جا $p = \frac{E}{C}$ نیز بوده و در این صورت می‌توان تحریر کرد که:

$$\frac{h}{\lambda} = \frac{E}{C} = p = m \cdot v$$

مقدار حرکت یک ذره با کتله m و سرعت v عبارت از p=mv است، پس:

$$\frac{h}{\square} = mv \qquad \square = \frac{h}{mv}$$

معادلهٔ اخیر رابطه بین کتله، طول موج و سرعت را افاده میکنید.

تمام ذرات دارای مومنت مقدار حرکت p=mv بوده و طول موج شان توسط فورمول $\square = \frac{h}{mv}$ محاسبه شده می‌تواند.

سوال: طول موج رادیو را که فریکوینسی آن $v = 102{,}5MHZ$ است دریافت کنید؟

حل:

$$v = \frac{C}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{3 \cdot 10^8 m/s}{102{,}5 \cdot 10^6 HZ} = \frac{3 \cdot 10^8 m/s \cdot 10^{-6}}{102{,}5/s} = 2{,}9m$$



فعالیت

در جدول ذیل بعضی مشخصات ذرات ارایه گردیده است، طول موج ذرات مذکور نیز به اساس فورمول فوق دریافت و در جدول درج شده است، شما بعد از محاسبه نتایج را به دست آورده و با نتایج درج شده در جدول مذکور مقایسه کنید.

جدول،فعالیت

ذرات	کتله به گرام	سرعت $\frac{cm}{s}$	طول موج انگستروم	نتایج دریافت شده شاگردان
الکترون 300k	$9{,}1\cdot10^{-28}$	$1{,}2\cdot10^{7}$	$61\mathring{A}$	
الکترون با انرژی 1ev	$9{,}1\cdot10^{-28}$	$5{,}9\cdot10^{7}$	$12\mathring{A}$	
الکترون با انرژی 100ev	$9{,}1\cdot10^{-28}$	$5{,}9\cdot10^{7}$	$1{,}2\mathring{A}$	
اتوم هیلیوم، 300k	$6{,}6\cdot10^{-24}$	$1{,}4\cdot10^{5}$	$0{,}1\mathring{A}$	
اتوم ....، 300k	$2{,}2\cdot10^{-22}$	$2{,}4\cdot10^{4}$	$0{,}12\mathring{A}$	

به هر اندازه که کتله و سرعت ذره زیاد باشد، به همان اندازه طول موج آن کوتاه است؛ بنابرین زمانی که یک دسته الکترون به یک جسم کریستالی برخورد می‌نماید، دوباره منکسر گردیده و یا بازگشت می‌نماید.



توجه نمایید

تاثیر ذرات کوچک (فوتونها، الکترونها، نیوترونها... وغیره) دارای طبیعت دوگانه بوده، در بعضی از آزمایشات خواص ذره وی و در بعضی آزمایشات دیگر خواص موجی آنها آشکار می‌گردد؛ پس ذرات کوچک دارای خواص ذره وی و موجی «هردو» می‌باشند.

الف



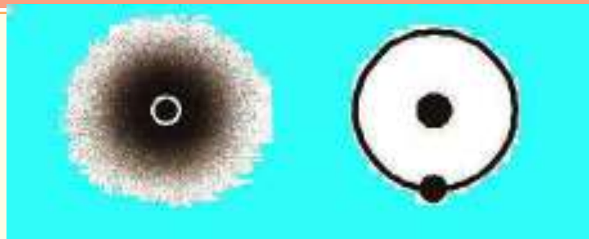
ب

شکل (1 - 11) طبیعت موجی الکترون



فعالیت

کدام یکی از اشکال ذیل برای الکترون مسیر خاصی را مشخص ساخته وکدام یک مسیر خاصی را مشخص نمی‌سازد ؟



شکل (1 - 12) مسیر خاص الکترونها

نمبرهای کوانتمی چهارگانه به شکل یک نتیجهٔ ریاضیکی خود را تبارز داده، وضعیت و انرژی الکترونی اتوم‌ها را مشخص می‌سازد،

1 – نمبر کوانتم اصلی (The principle Quantum Number)

نمبر کوانتم اصلی جسامت ابر الکترونی، شعاع اتوم و انرژی الکترون‌ها را نظر به هسته یعنی سطح انرژیکی الکترون هارا نظر به هسته مشخص می‌سازد که قیمت‌های کاملاً معین اعداد تام طبیعی (n=1,2,3,4,5,6,7...) را به خود اختیار کرده می‌تواند و به n نشان داده می‌شود.

هر قدر که قیمت n کوچک باشد، به همان اندازه الکترون کم ترین انرژی را دارا بوده و به هسته نزدیک می‌باشد، نمبر کوانتم اصلی نسبت به دیگر نمبرهای کوانتم مهم بوده؛ زیرا که کمیت انرژی الکترون اتوم هایدروجن و دیگر اتوم‌ها را افاده کرده وتوسط فورمول ذیل محاسبه شده می‌تواند که در آن n نیز شامل است:

$$E = \frac{-2\pi^2 \cdot m \cdot e^4 z^2 \cdot k^2}{n^2 h^2}$$

2 - نمبر کوانتم فرعی یا حرکت زاویوی: مطابق به نظریه بور یک مدار اصلی یا قشر الکترونی عبارت از دوره دایره وی حالت استثنای گردش الکترون به دوره هسته است و حالت عمومی عبارت از بیضوی بوده که هسته در یکی از محراق‌های آن قرار دارد. در یک مدار بیضوی شکل، سرعت الکترون ثابت و معین نه بوده، انرژی حرکی آن در تغییر است و در این تغییرات انرژی کوانتمی بوده ؛ بنابر این برای الکترون تنها بعضی از مدارهای بیضوی استثنایی مجاز است، بدین ترتیب دومین نمبر کوانتم اندازهٔ حرکت زاویوی و یا مومنت مقدار حرکت زاویه وی را افاده می کند و به l نشان داده می‌شود و ضریب بیضوی بودن مدار را تعیین می‌نماید.

چون الکترون دارای مقدار حرکت دورانی بوده؛ بنابرآن حتماً دارای انرژی حرکی حاصله از حرکت دورانی است پس مومنت مقدار حرکت (p=mv) محدود بوده و مساوی به مجموع انرژی الکترون است؛ به این اساس حیرت انگیز نه خواهد بود، اگر نظریهٔ مقدار مومنت حرکت زاویه وی الکترون با مومنت مقدار حرکت اوربیتالی (l) را منحصر به مقدار

n دانسته شود، تیوری نظری و تجربی نشان می‌دهد که l میتواند تمام قیمت‌های اعداد تام بین صفر و $n-1$ به شمول صفر و $n-1$ را به خود اختیار نمایند:

$$l = 0 - - - n - 1$$

اگر $n=1$ باشــد، l دارای یک قیمت بوده و آن صفر اســت. در صورتی که $n=2$ باشد، l نیز دارای دو قیمت بوده و آن 0 و 1 اســت..... و اگر $n-5$ باشد، l نیز دارای 5 قیمت بوده و آن عبارت 0, 1,2,3,4, است.

3 - نمبر کوانتم مقناطیسی: حرکت زاویه وی یا مومنت مقدار حرکت دورانی یک الکترون را در هر اتوم می‌توان به جریان برق سیستم دایره وی که در آن جریان دارد، تشبه نمود. چون جریان برق در داخل حلقه به وجود می‌آید و ساحه مقناطیسی را در داخل حلقه تولید می‌کند از این سبب گفته می‌توانیم که تحریک الکترون در یک مدار دایره وی نیز ساحه مقناطیســی را تولید می‌کند که نمبر کوانتم مقناطیسی ml آنرا مشخص می‌سازد، از طرف دیگر ml از مقدار مومنت حرکت زاویه وی حاصل می‌گردد، لذا مقدار آن مربوط به قیمت نمبر کوانتم اوربیتالی یا فرعی می‌باشــد، تیوری و عمل توضیح می‌نمایند که ml میتوانــد تمام قیمت‌های عددی تام بین صفر و $+l$ و صفر، $-l$ را به شــمول صفر $+l$ و $-l$ اختیار نماید و تعداد قیمت های ml عبارت از $ml = 2l + 1$ است که مقدار این قیمت‌های ml تعداد اوربیتال‌ها را در سویه فرعی نیز افاده می‌کند:

$$ml = +l - - - 0 - - - l$$

٤ - نمبر کوانتم سـپین: الکترون علاوه بر تشــکیل ساحه مقناطیسی حاصله از حرکت دورانی خود مشــابه به مقناطیســی کوچک عمل نموده، به این اســاس گفته می‌توانیم که الکتــرون دارای spin بــوده و کلمه spin به معنی چرخش می‌باشــد و عبارت از مقدار حرکــت دورانی یــک ذره بــه دور محور خودش است، این مقدار برای ذرات اساسی کاملاً مشخص و معین اســت الکترون، پروتــون و نیوترون دارای قیمت spin= $\pm\frac{1}{2}$ است.



شکل (1 -13): شکل سپین الکترونها



توجه نمایید

چون قیمت ml را l مشخــص می‌ســازد؛ بنابرین روابط خاصی بین l, n،و ml باید موجود باشــد؛ به طور مثال: پایین ترین ســویه انرژیکی اتوم هایدروجن در حالت اساسی و ثابت یعنی، $ml = 0, l = 0, n = 1$ بوده که یک قیمت را به خود گرفته می‌تواند ؛ بــه همین ترتیب قیمت های l تعیین کننده قیمت ml بوده، طوری که پیش از این یاد آوری گردید، قیمت $ml = 2l + 1$ است، یعنی:

$$ml = 2l + 1$$

$$l = 0$$

$$ml = 2 \cdot 0 + 1 = 1$$

$$ml = +1 - - - 0 - - - \quad -1$$

$$ml = 0$$

بالاخره به هر قیمت n , l , ml قیمت spin عبارت از $+\frac{1}{2}$ و $-\frac{1}{2}$ است

$$S = +\frac{1}{2} \quad , \quad -\frac{1}{2}$$

اگر $l = 1$ باشد ml دارای سه قیمت بوده و آن‌ها عبارت از 1+ , 0 , 1- است.

$$l = 1$$

$$ml = 2l + 1 \quad \Rightarrow \quad ml = 2 \cdot 1 + 1 = 3$$

$$ml = +1 - - - - - - 0 - - - - - - 1$$

$$ml = +1, 0, -1 \quad \Rightarrow \quad ml = +1 - - - - - - 0 - - - - - - 1$$

برای آموزش بیشتر شما

Orbital کلمه لاتین بوده و به معنی لانه یا آشیانه است، در این جا نیز به همین مفهوم بــه کار رفته و عبارت از آن قســمت اطراف هســته اتوم اســت که احتمــال موجودیت الکترون در آن 95% اســت. احتمال آن موجود است که الکترون در یک لحظه زمانی خارج از حدود این ساحه فضای هسته قرار داشته باشد که 5% را احتوا می کند.

اقشار اصلی وفرعی

با هر نمبرکوانتم اصلی سویه انرژیکی اصلی معین مطابقت داشته که این سویه‌های اصلی به حروف بزرگ نشان داده می‌شود (قرار ذیل) :

n =	1	2	3	4	5	6	7
	K	L	M	N	O	P	Q



فعالیت با در نظر داشت مودل بور سلسلهٔ

n =	1	2	3	4	5	6	7
	K	L	M	N	O	P	Q

را رسم وتوضح نماید .

با هر نمبر کوانتم فرعی سویه انرژیکی فرعی معین مطابقت دارد، این سویه‌های فرعی را به حروف قرار ذیل افاده می کند.

نمبر کوانتم فرعی	0	1	2	3	4
سویهٔ انرژیکی فرعی	s	p	d	f	g

تعداد اوربیتال‌های هر سویه فرعی به قیمت ml مربوطهٔ آن مطابقت داشته و حداعظمی گنجایش الکترون در یک اوربیتال صرف دو عدد با سپین مخالف الجهت است.
اگر چرخش الکترون به دور محور خودش مطابق به عقر بهٔ ساعت بوده باشد، قیمت سپین آن $-\frac{1}{2}$ بوده و در صورتی که مخالف با عقر بهٔ ساعت چرخش نماید، قیمت سپین آن $+\frac{1}{2}$ است .

اوربیتال هارا به صندوقچه نشان می‌دهند .تعداد اوربیتال‌ها در هرسویهٔ انرژیکی اصلی به n^2 مطابقت داشته وتعداد اعظمی الکترون‌ها در آن‌ها به $2n^2$ مطابقت دارد .



فعالیت

جاهای خالی جدول ذیل را تکمیل نمایید.

تعداد مجموعی الکترونها	$2n^2$	نمبر کوانتم اصلی (n)	اقشار
2	$2(1)^2$	n=1	K
-----------------	------------	n=2	L
-----------------	------------	n=3	M
-----------------	------------	n=4	N
-----------------	------------	n=5	O

حالت انرژیکی الکترون‌ها را به اعداد وحروف نشان می‌دهند، طوری که نمبر کوانتم اصلی آن‌ها را به عدد افاده نموده واین عدد رابه طرف چپ حرفی تحریر می‌نمایند که سویهٔ انرژیکی فرعی را نشان می‌دهد و به یک نمبر کوانتم فرعی معین مطابقت دارد؛ به طور مثال: 3p نشان میدهد که الکترون در سویهٔ اصلی سوم به سویه فرعی p قرار داشته

و شـــکل ابر الکترونی آن مانند « دمبل » می‌باشد . شکل ابر الکترونی اوربیتال s کروی بوده وشـــکل ابر الکترونی اوربیتال‌ها d و f مغلق اســـت که ماننـــد برگ‌های گل صد برگ ویا مرسل بالای همدیگر قرار دارند .

جدول ذیل ترتیب نمبر کوانتم چهارگانه واوربیتال‌های آن‌ها راافاده می کند :

جدول (1 − 3) ترتیب نمبرهای کوانتم چهار گانه واوربیتال‌های آن‌ها:

$n+l$	تعداد الکترون	تعداد اوربیتال	حالت انرژیکی	نمبرهای چهار گانه			
				s	ml	l	n
1	2	1	s	$+\frac{1}{2},-\frac{1}{2}$	0	0	1
2 3	2 6	1 3	s p	// // // //	0 +1 0 - 1	0 1	2
3 4 5	2 6 10	1 3 5	s p d	// // // // // //	0 +1,0,−1 +2,+1,0,−1,−2	0 1 2	3
4 5 6 7	2 6 10 14	1 3 5 7	s p d f	// // // // // // // //	0 +1,0,−1 +2,+1,0,−1,−2 +3,+2,+1,0,−1,−2,−3	0 1 2 3	4



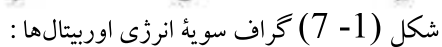
فعالیت

اگر $n=5$ باشـــد قیمت‌های ممکنهٔ l، ml، s،حالـــت انرژیکی، تعداد اوربیتال، تعداد الکترون و $n+l$ قشر O (5)را در یافت و در یک جدول ترتیب نماید.

6- 1 : ساختمان الکترونی اتوم‌های چندین الکترونی

پر شدن اوربیتال‌های سویه‌های انرژیکی توسط الکترون‌ها

الکترون‌ها اولاً اوربیتال‌های آن ســـویه‌های انرژیکی را اشـــغال می‌نمایند که در سطح پایین انرژیکی قرار داشته وبه هسته نزدیک باشند . دراین مورد قواعد وپرنسیب‌های زیاد موجود است که این قواعد با گراف‌های مربوطه قرار ذیل توضیح می گردد.

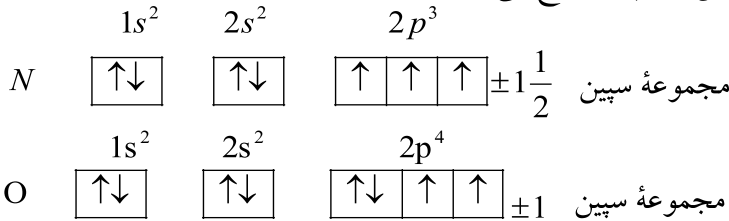


شکل (1- 7) گراف سویهٔ انرژی اوربیتال‌ها :

به اساس سلسلهٔ ذیل نیز می‌توان تقسیمات الکترون‌ها را در اوربیتال‌های سویه‌های انرژیکی تقسیمات کرد :

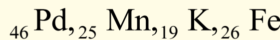
قاعده هوند (Hunds Rule)

الکترون‌هـــا اوربیتال عین ســـویه فرعی را طوری اشـــغال می‌نمایند کـــه مجموعهٔ قیمت‌های عددی Spin آن‌ها اعظمی باشـــد، یا به عباره دیگر الکترون‌ها اولاً اوربیتال‌های سویه فرعی را به شـــکل طاقه بـــا Spin هم جهت پر نموده، درصورتی کـــه الکترون‌های اضافی موجود باشـــد، جوره شدن آن‌ها با Spin مخالف الجهت آغازمی گردد؛ به طور مثال: درنایتروجن واکسیجن این مطلب توضیح می گردد:



فعالیت

ساختمان الکترونی عناصر ذیل را با اوربیتال‌های آن‌ها تحریر و مجموعهٔ سپین آن‌ها را دریافت نماید.



قاعده کلچکو فسکی (Klechkows Skyis Rule)

در بعضی از اتوم‌های عناصر پر شـــدن ســـویه‌های الکترونی توســـط الکترون‌ها طوری عملی می گردد که هنوز پرشـــدن ســـویه قبلـــی واوربیتال آن‌ها توســـط الکترون‌ها صورت نـــه گرفته، الکترون‌ها اوربیتال‌های ســـویه انرژیکی بعدی را اشـــغال مینمایید، به طور مثال : اوربیتال 4S زمانی توســـط الکترون‌ها پر می گردد که هنوز 3d توســـط الکترون‌ها اشـــغال نه گردیده اســـت. به همین ترتیب 5S قبل از 4d و 5p و هم 6S قبل از 4F و 5d توســـط الکترون‌ها اشغال می گردد. دراین مورد کلچکوفسکی قاعده را وضع نمود که قرار ذیل است:

الکترون‌هـــا اولاً اوربیتال‌هـــای آ ن ســـو یـــهٔ انرژیکی را اشـــغال می‌نماینـــد که مجموعهٔ قیمت‌های عددی نمبر کوانتم اصلی n و فرعی l $(n+l)$ آن‌ها کوچک باشـــد، درصورتی که $(n+l)$ دو سویه با هم مساوی باشد، دراین صورت الکترون‌ها اولاً اوربیتال‌های آن سویهٔ انرژیکی را اشـــغال مینمایند که قیمت عددی n آن کوچک باشد یعنی $(l \le n-1)$ رعایت می کرد. سلسله ذیل را ملاحظه نمایید.

سویه انرژیکی	6p	5d	4f	6s	5p	4d	5s	4p	3d	4s	3p	3s	2p	2s	1s
n+l	7	7	7	6	6	6	5	5	5	4	4	3	3	2	1



فعالیت اول

ساختمان الکترونی و اوربیتالی اتوم‌های عناصر ذیل را به اساس قاعدهٔ کلچکوفسکی تحریر وترتیب نماید :



$_{90}Th \quad _3Li \; ,_4Be \; ,_5B, \quad _{15}P$



فعالیت دوم :

جاهای خالی جدول ذیل را با اعداد مناسب پر نما یید .

عنـــصر	تعداد الکترون ها	ســـــاخـــــــتمان الکترونی		
		سویهٔ اول	سویهٔ دوم	سویهٔسوم
H		1	\\\\\\\\\\\\	\\\\\\\\\\\\\\\\\\
He	2	2	\\\\\\\\\\\\	\\\\\\\\\\\\\\\\\\
Li		2	1	\\\\\\\\\\\\\\\\\\
C	6	2	2	\\\\\\\\\\\\\\\\\\
Ne	10		8	\\\\\\\\\\\\\\\\\\
Mg	12	2	8	2
S	16	2	8	
Ar	18	2		8



خلاصه فصل اول

* در سـالهای 400 ق م عالمـی به نام دیموکراتس ابراز نمـود : مواد را میتوان به چنان ذرات کوچک تقسـیم کرد که دیگر امکان تقسـیم آن موجود نباشد، موصوف این ذرات را به نام اتوم یاد کرد .اتوم کلمهٔ یونانی بوده که از tom (تقسیم) و A (نفی) گرفته شده است.

* در سال 1808 دالتون تیوری اتومی را بنیان گذاشت، طبق این تیوری مواد از ذرات کوچک به نام اتومها ساخته شده است.

تیوری جدید اتومی ارائه میدارد این که:

* اتومها ذرات کوچک اند که توسـط وسـایل سـادهٔ کیمیاوی تجزیه نه شـده و مجموعهی از اتومهای که دارای عین چارج هسته باشند، به نام عنصر کیمیاوی یاد میشوند.

* اتومهـا بـه طور دایمـی در حال حرکت بوده، با ازدیاد حرارت، سـرعت حرکـت آنها زیاد می گردد واین حرکت سبب تعامل آنها با هم دیگر می گردد.

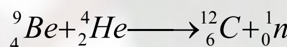
* اتومهای عناصر مختلف از لحاظ کتله ، حجم و خواص از هم دیگر فرق دارد.

* اتومهای عناصر از دوقسمت ساخته شده است که عبارت از هسته وقشر الکترونی میباشد

تامسن به اساس تجارب الکترونها را در اتوم کشف کرد.

* رادر فورد به اسـاس تحقیقات چارج و کتلهٔ هستهٔ اتوم رامحاسـبه نمود ه ودریافت کرد که در هستهٔ اتوم ذرات چارج دار مثبت موجود است، موصوف این ذرات را به نام پروتونها یاد کرد.

* چادویک نیوترونها را در هسـتهٔ اتوم کشف کرد، موصوف طبق معادلهٔ هستوی ذیل، نیوترون هارا به دست آورد .



$$^{9}_{4}Be+^{4}_{2}He\longrightarrow ^{12}_{6}C+^{1}_{0}n$$

* مجموعهٔ پروتونها ونیوترونها را به نام نوکلیون یاد نموده اند .

* سرعت الکترونها را میتوان توسط فورمول $v=\frac{kze^2 2\pi}{nh}$ محاسبه کرد و به اساس فورمول

$r=\frac{n^2h^2}{mkze^2 4\pi^2}$ می‌توان شعاع اتوم را به دست آورد.

* طول موج الکترون را می‌توان به اساس فورمول دی - بروگلی قرار ذیل به دست آورد.

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

* وضعیت وحالت الکترون‌ها را می‌توان به اساس چهار نمبر کوانتم مشخص کرد.

1 – نمبر کوانتم اصلی : این نمبر کوانتم جسامت ابر الکترونی، شعاع اتوم وسویهٔ انرژیکی الکترونها را نظر به هسته در اقشار مختلف نشان می‌دهد.

2 – نمبر کوانتم فرعی : این نمبر کوانتم وضعیت الکترون هارا به دور هستهٔ اتوم در کواردینات‌ها مشخص می‌سازد . وقیمت‌های کاملاً معین اعداد تام بین، صفر و $n-1$ $(l = 0 - - - n - 1)$ را به خود اختیار می‌نماید.

3 – نمبر کوانتم مقناطیسی : این نمبر کوانتم وضعیت وخاصیت مقناطیسی الکترون‌ها را به دور هستهٔ اتوم نشان می‌دهد وتعداد قیمت های $ml = 2l + 1$ را دارا بوده و این قیمت‌ها عبارت از اعداد تام بین صفر و $+l - - - - 0, -l - - - - 0$ قرار دارد .

تحریک الکترون‌ها در مدارهای دایره وی ساحهٔ مقناطیسی را تولید می‌نماید که نمبر کوانتم مقناطیسی آن را مشخص می‌سازد.

4 - نمبر کوانتم سپین: سپین (Spin) کلمهٔ لاتین بوده وبه معنی چرخش است، درین جا نیز به همین مفهوم به کار رفته وچرخش الکترونها را به دور محور خود شان افاده میکنند. چرخش الکترون‌ها را به دور محور خود شان نمبر کوانتمی را مشخص می‌سازد که به نام نمبر کوانتم سپین یاد شده وبرای مایکرو ذرات قیمت های $ms = +\frac{1}{2} \quad , \quad -\frac{1}{2}$ را به خود اختیار می نمایید.

* اوربیتال (Orbital): کلمهٔ لاتین بوده و به معنای لانه می‌باشد که درین جانیز به همین مفهوم به کار رفته و عبارت از آن قسمت فضای اطراف اتوم است که احتمال موجودیت الکترون در آن 95% است.

* قاعدهٔ پاولی : در یک اتوم دوالکترون نمی‌توانند که چهار نمبر کوانتم یک سان را دارا باشند.

* قاعدهٔ هوند : الکترون‌ها اوربیتال‌های عین سویه‌های انرژیکی فرعی را طوری اشغال می‌نمایند که مجموعهٔ قیمت‌های عددی سپین آن‌ها اعظمی باشد.

* قاعدهٔ کلچکوفسکی : الکترونها اولاً اوربیتال‌های آن سویه‌های انرژیکی را اشغال می‌نمایند که مجموعهٔ قیمت‌های عددی نمبرهای کوانتم اصلی (n) ونمبر کوانتم فرعی (l) آن $(n+l)$ کوچک باشد . در صورتی که $(n+l)$ دویا چند سویه با هم مساوی باشد ، درین صورت اوربیتال‌های آن سویه توسط الکترونها اشغال می گردد که قیمت n آن کوچک باشد .

سوالات فصل اول

ســؤالات چهار جوابه : برای هر سؤال چهار جواب داده شده است که یکی آن درست است، شما درست آنرا انتخاب نمایید.

1 – ذرهٔ کوچک یک ماده را برای اولین بار کدام عالم به نام اتوم یاد کرد ؟

الف – دالتن ب – دیموکرات ج – ارسطو د – رادر فورد

2 – کلمهٔ اتوم از کدام کلمات ذیل اشتقاق یافته است؟

الـف – Tom (تقسیم) ب – A (نفـی) ج – الـف و ب هـردو درسـت اسـت د – هیچکدام

3 – بنیان گذار تیوری اتومی کدام یکی از علمای ذیل است؟

الف – ارسطو ب – دیموکرات ج – رادر فورد د – تامسن

4 – کاشف هسته ومشخصات هستهٔ اتوم کدام یکی از علمای ذیل است؟

الف – موزلی ب – چادویک ج – رادر فورد د – سودی

5 – به اساس کدام فورمول‌ها می‌توان سرعت الکترون را به دور هستهٔ اتوم محاسبه کرد؟

الف – $v=\frac{kze2\pi}{nh}$، ب – $V=\frac{h}{mv}$، ج – $V=\frac{nh}{mKze^2 4\pi^2}$، د – هیچکدام

6 – اگر n=3 باشد، قیمت‌های ℓ عبارت اند از:

الف – سه قیمت ب – دوقیمت ج – یک قیمت د – تماماً غلط است .

7 – عنصری دارای نمبر اتومی 26 دارای کدام مجموعهٔ قیمت‌های عددی سپین است؟

الف – $-\frac{1}{2}$, $+\frac{1}{2}$ ب – 2 ج – 3 د – 1

8 - اگر $l=3$ باشد، قیمت‌های ml عبارت از ------ است

الف – سه قیمت ب – دوقیمت ج – هفت قیمت د – قیمت به r ارتباط ندارد

9 – طول موج لکترون را توسط کدام فورمول‌های ذیل می‌توان دریافت کرد ؟

الف – $\lambda = \frac{Kze^2\pi}{nh}$ ب – $\lambda = \frac{h}{mv}$ ج – $\lambda = \frac{nh}{mKze^2 4\pi^2}$ د – تماماً

10 – پروتونها کدام نوع ذرات اتوم اند ؟

الف – ذرهٔ منفی ب– ذرهٔ مثبت، ج – ذرهٔ خنثی، د– ذرهٔ چارج دارمثبت ومنفی

سؤالات صحیح وغلط :جملات صحیح ذیل رابه (ص) وغلط ذیل را به (غ) نشانی کنید .

1– مواد از ذرات کوچک به نام اتوم‌ها ساخته شده است . ( )

2 - تامسن در تحقیقات خویش نسبت چارج را بر کتلـه مواد $(\frac{e}{m})$ دریافت نمود که کمیت $1.76\ C/kg$ را بدست آورد .( )

3 - چادویک (Chadwick) در سال 1932 در نتیجهٔ تعاملات هستوی پروتون را کشف کرد، ( )

4 - در یک اتوم دوالکترون می‌توانند که چهار نمبر کوانتم یک سان را دارا باشند ( )

5 - طبق تیوری کوانتم انرژی فوتون عبارت از کوانت نور با فریکونسی r بوده و می‌باشد. ( )

6 - مطابق به تیوری پلانک انرژی کوانتایزیشن (Cuentization) می گردد. ( )

7 - اتوم‌های عناصر مختلف از لحاظ کتله، حجم و خواص از هم دیگر فرق ندارند .( )

8 - آن قسمت فضای اطراف اتوم که احتمال موجودیت الکترون در آن 95% است به نام اوربیتال یاد می گردد . ( )

9 - نمبر کوانتم اصلی وضعیت الکترون هارا به دور هستهٔ اتوم در کواردینات مشخص می‌سازد ( )

سؤالات تشریحی:

1 – ثبوت نمایید که $\lambda = \frac{h}{mv}$ است .

2 - نمبر کوانتم اصلی را مختصراً توضیح نمایید

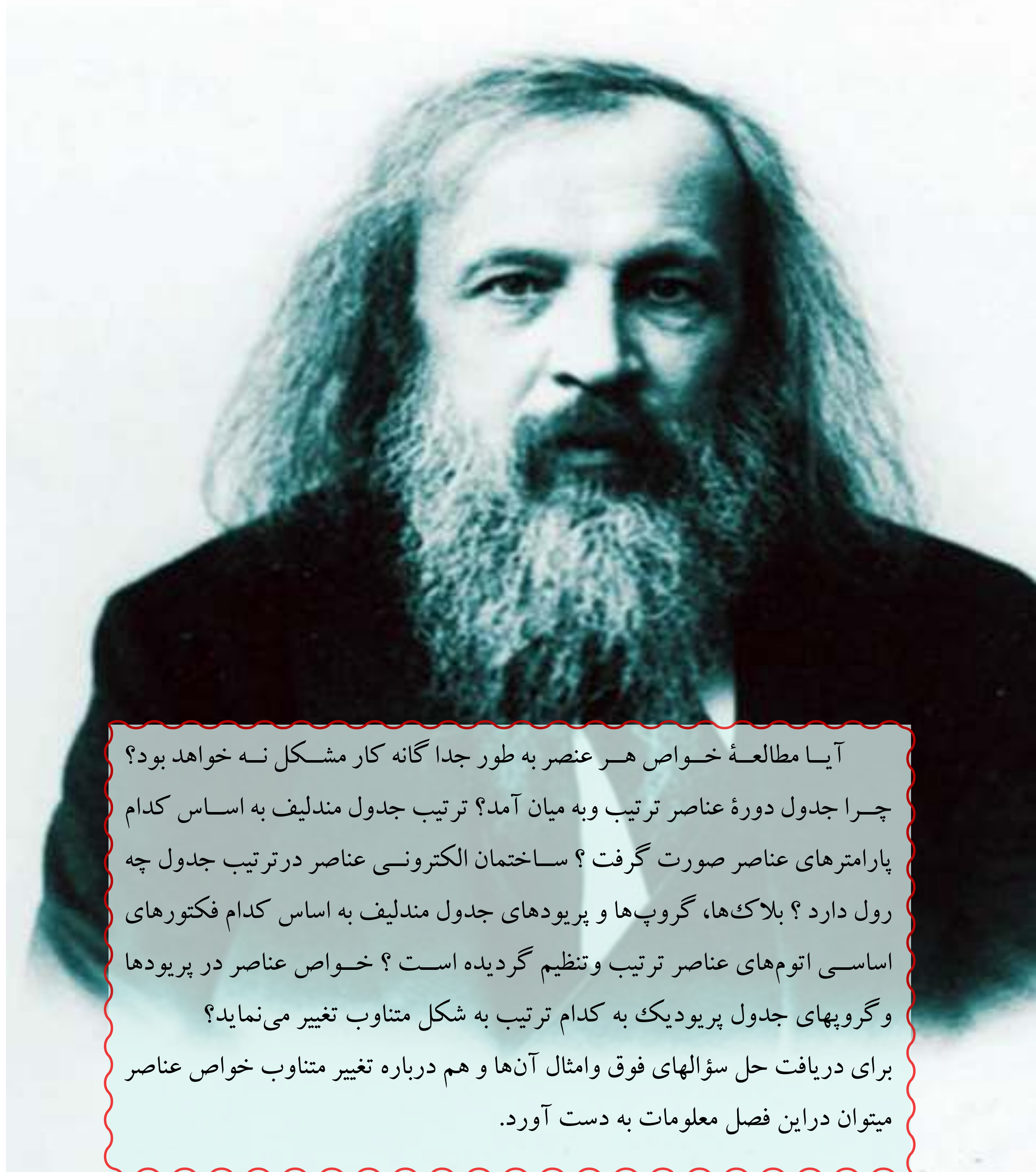
3 - ثبوت کنید که $r = \frac{n^2h^2}{mkze^2 4\pi^2}$ است .

4 – اگر نمبراتومی یک عنصر 82 باشد، ساختمان الکترونی آن را تحریر وموقعیت عنصر را در پریود و گروپ مشخص سازید .

5 – طول موج الکترون اتوم هایدروجن را محاسبه نماید، درصورتی که سرعت آن $V = 2200 km/\sec$ باشد . (n=1)

فصل دوم

ترتیب الکترونی و خواص دوره یی عناصر



آیا مطالعهٔ خواص هر عنصر به طور جدا گانه کار مشکل نه خواهد بود؟ چرا جدول دورهٔ عناصر ترتیب وبه میان آمد؟ ترتیب جدول مندلیف به اساس کدام پارامترهای عناصر صورت گرفت ؟ ساختمان الکترونی عناصر درترتیب جدول چه رول دارد ؟ بلاک‌ها، گروپ‌ها و پریودهای جدول مندلیف به اساس کدام فکتورهای اساسی اتوم‌های عناصر ترتیب وتنظیم گردیده است ؟ خواص عناصر در پریودها وگروپهای جدول پریودیک به کدام ترتیب به شکل متناوب تغییر می‌نماید؟

برای دریافت حل سؤالهای فوق وامثال آن‌ها و هم درباره تغییر متناوب خواص عناصر میتوان دراین فصل معلومات به دست آورد.

2 – 1 : تاریخچهٔ ساختمان سیستم پریودیک

در طبیعت 92 عنصر طبیعی و متباقی مصنوعی بوده که توسط انسان‌ها کشف گردیده است، دانستن خواص ومشخصات عناصربه طورجداگانه کار مشکل است، ازاین سبب علمای کیمیا سعی به عمل آورده اند تا این عناصر را طوری در یک جدول واحد تنظیم نمایند که با دانستن خواص یکی از آن‌ها، خواص عدهٔ دیگر آن‌ها را نیز دانسته باشند .

در سال 1865 کیمیادان انگلیسی به نام نیولیندز(Newlands) عناصر کشف شدهٔ ز مان خویش را به اساس ازدیاد متناوب کتله اتومی نسبتی شان در قطارهای افقی ترتیب کرد و درین صورت دیده شد که عنصر نمبر هشتم تحت عنصرشماره اول که مشابه آن است قرار گرفته و به همین ترتیب عنصر شماره نهم تحت عنصر شماره دوم و غیره قرار گرفت. دراین صورت عناصرمشابه را دریک ستون عمودی قرار داد (که فعلاً این سیستم به نام اوکتای نیولندز یاد می گردد). جدول آن قرار ذیل است:

جدول (2 – 1) اوکتای نیولیندز

1	2	3	4	5	6	7
H	Li	Be	B	C	N	O
F	Na	Mg	Al	Si	P	S
Cl	K	Ca	Cr	Ti	Mn	Fe

نیولندز اوکتای کیمیاوی خود را با اوکتایدهای موزیک مقایسه نمود و آن را به نام قانونمندی توضیح شده قانون (Octave) یاد نمود . مقایسهٔ نیولندز غیر مدلل و نا موفق دریافت گردید و از تیوری عالم مذکور صرف نظر گردید .

در سال 1869 عالم روسی D. M. Mendelev مفکورهٔ مشابه را پیشنها د کرد[1]، موصوف نیز عناصر کشف شده زمان خود را به اساس ازدیاد متناوب کتلهٔ اتومی نسبتی شان در قطارهای افقی (Period) ترتیب و درستونهای عمودی متحد ساخت،موصوف این نوع ساختمان ترتیب

۱- عالم جرمنی به نام L.Moier در سال 1864، 27 عنصر را به اساس ازدیاد کتله اتومی شان ترتیب کرد و بعداً آن‌ها را به اساس ازدیادکتلهٔ متناوب شان به 9 گروپ تقسیم کرد. که هر یک 3 عنصر را احتوا می‌نماید و در سال 1870 ادعا کرد که جدول مشابه به مندلیف را ترتیب کرده است.

شـــده خودرا به نام سیستم پریودیک عناصر یاد کرد. این سیســـتم ترتیب شدۀ مندلیف نسبت به سیستم ترتیب شده نیولندز تکمیل شده بوده که قسمت آن در ذیل ملاحظه می گردد:
(این جدول در سال 1871 ترتیب گردیده است).

جدول (2 – 2) سیستم پریودیک مندلیف :

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	H 1							
2	Li 7	Be 9.4	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19	
3	Na 23	Mg 24	Al 27.3	Si 28	P 31	S 32	Cl 35.5	
4	K 39	Ca 40	– 44	Ti 48	V 51	Cr 52	Mn 55	Fe 56, Co 59 Ni 59, Cu 63
5	(Cu 63)	Zn 65	– 68	– 72	As 75	Se 78	Br 80	
6	Rb 85	Sr 87	?Yt 88	Zr 90	Nb 94	Mo 96	– 100	Ru 104, Rh 104 Pd 106, Ag 108
7	(Ag 108)	Cd 112	In 113	Sn 118	Sb 122	Te 125	I 127	
8	Cs 133	Ba 137	?Di 138	?Ce 140	—	—	—	— —
9	—	—	—	—	—	—	—	
10	—	—	?Er 178	?La 180	Ta 182	W 184	—	Os 195, Ir 197 Pt 198, Au 199
11	(Au 199)	Hg 200	Tl 204	Pb 207	Bi 208	—		
12	—	—	—	Th 231	—	U 240	—	— — — —

ابتکار مندلیف در ترتیب جدول دوره یی

1 – مند لیف سلســـله‌های طویـــل و یا پریودهای بزرگ را در جـــدول خویش برای عناصری برگزیـــده که فعـــلاً به نام عناصر انتقالی (Transational) یاد می‌شـــوند، علت آن این بود که عناصر Fe، Mn , Ti به طور اضافی تحت عناصر غیر فلزات Si, P, S تنظیم شـــده نمی‌تواند. (جدول 2 - 1 اوکتای نیولیندز را ملاحظه نمایید).

2 - مندلیف در جدول ترتیب شدۀ خود حجره‌های خالی را برای عناصر کشف نا شده طبیعت باقی گذاشـــت، دراین صورت متوجه شد که ارســـنیک As به شکل طبیعی به گروپ V تعلق گرفت. عالم مذکور دو حجره خالی را بین جست Zn و ارسنیک As باقی گذاشته بود.

3 - در صورتی که موقعیت عناصر در سیستم پریودیک به اساس کتله اتومی شان در گروپ‌ها به خواص عناصر کتلهٔ هم گروپ شـــان مطابقت نمی کـــرد، دراین صورت مندلیف برای همچو عناصر کتلۀ اتومی نسبتی جدیدی را پیشنهاد می کرد. در مورد (Cr, In, Pt, Au) کمیت‌های جد ید کتلۀ اتومی نسبتی ارائه شده، صحت استقرار عناصر را در جدول مندلیف تایید می‌نماید.

4 - مندلیف کشـــف عناصری را پیشـــگوی نموده بود که بعد از کشـــف بعضی از جاهای

خالی جدول مندلیف را نظر به خواص کیمیاوی شان اشغال نمود ند؛ دراین صورت اعتماد بالای جدول پریود یک مند لیف زیاد و به ترتیب آن صحه گذاشته شد.



فعالیت

چطور جدول سه بعدی عناصر را ساخته متوانیم؟

مرحله اول : ابتدا عناصر گروپ‌های اصلی را بـه روی کاغذ مقوا تحریر دارید، وهر گروپ عناصر را از مقوا جدا سازید.

	IA							VIIIA
1	H	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	He
2	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	Ti	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra						

مرحلهٔ دوم: قسـمت حاشیهٔ گروپ اول را با حاشیهٔ گروپ هشتم وصل نمایید و یک ساختمان هشـت ضلعی رابه دسـت آورید ؛حتی میتوانیـد خانهٔ هر عنصر را بارنگ‌هـای مختلف مزین سازید.

مرحلهٔ سـوم: عناصر گروپ‌های فرعی را نیز درگروپ‌ها وپریودها در یک مقوا تحریر داشته ومانند مرحلهٔ دوم عمل نمایید، دراین صورت ده ضلعی را حاصل خواهید کرد.

IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIIIB			IB	IIB
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg

مرحلهٔ چهارم: عناصر سلسلهٔ لنتنایدها واکتینایدها را به صفحهٔ مقوا تحریر نماید.

مواد آماده شدهٔ مرحله‌های فوق الذ کر را به ترتیب در تختهٔ شیشه یی قراردهید، ترتیب حاصله را توضیح کنید.

مطابق به قانون پریودیک مندلیف: خواص عناصر و تغییر متناوب آن‌ها در پریودها با کتلهٔ اتومی نسبتی آن‌ها ارتباط داشته و موقعیت آن‌ها را در پریودها تعین می‌نمایند.

زمانـی که گازات نجیب (عناصر گروپ VIII اصلی) کشـف گردیـد، دراین وقت اختلاف اسـتقرار عناصر در سیسـتم پریودیک با در نظر داشـت ازدیاد متناوب کتلهٔ اتومی آن‌ها از میان

برداشــته شــد. گازات نجیبه از جمله کشــفیات جدید و بعد از ترتیب جدول مندلیف بوده، این عناصر را بین هلوجن‌ها و فلزات فعال (فلزات القلی) گروپ I اصلی قرار داده اند.
به طرف راســت جدول که گروپ جداگانه صفری (VIII اصلی) علاوه گردیده اســت، کتله اتومی نسبتی Ar همین گروپ علاوه شده، نسبت به عنصربعدی آن که پوتاشیم بوده و به گروپ I اصلــی قرار دارد، بزرگ اســت، (K=39amu, Ar = 40 amu) ؛بنابراین باید ارگون در حجره پوتاشــیم قرار میداشــت و برعکس K در گروپ صفری با گازات نجیبه قرار می گرفت؛ اما دراین صورت مندلیف از ازدیاد کتله اتومی نسبتی در ترتیب جدول خویش استفاده به عمل نه آورده، بلکه تشابه خواص کیمیاوی و فزیکی آن‌ها را در نظر گرفته، عناصر را در عین گروپ قرار داده اســت، چنانچه K را در گروپ اول اصلی و Ar را در گروپ صفر(VIII اصلی) با گازات نجیبــه قــرار داد که خود نیز به ترتیب، فلز فعــال و گاز نجیبه اند ، مثال د یگر این تنظیم سلسله عبارت از موقعیت ایودین و تلوریم بوده ، اگر معیار قراردادن عناصر در سیستم پریودیک کتله اتومی نســبتی عناصر بوده باشــد ، درایــن صورت باید تلوریم تحــت برومین با هلوجن‌ها وآیودین تحت ســلفر وسلینیم قرار می گرفت ، خواص کیمیاوی استقرار تلوریم و آیودین را به طور معکوس آن‌ها حکم می‌نماید.



توجه نمایید

پرابلم‌های فوق الذکر را در جدول مندلیف عالمی به نام موزلی Moseley درسال 1916 حل کرد. موصوف نشــان داد که مفهوم عالی را نمبر اتومی (تعداد پروتونها) نســبت به کتلهٔ اتومی نســبتی در ترتیب متناوب عناصر به شــکل دوره یــی دارا بوده و عالم مذکور رابطه بین کمیت معکوس جذر مربع طول موج اشــعهٔ رونتیگیــن را با نمبر ترتیبی عناصر در سیســتم پریودیک به شکل گراف توضیح کرد و ابراز نظر نمود که نمبر ترتیبی عناصر یکی از مشخصات مهم عناصر را منعکس ساخته که این خاصیت را چارج هستهٔ اتوم از خود تبارز میدهد و هم این ذرات با عبور از یک عنصر به عنصر ما بعد در پریود جدول مندلیف به اندازهٔ یک واحد به شکل متناوب افزایش میابد. این کشف موزلی در مراحل بعدی ترتیب جدول مندلیف و در اثبات سیســتم پریودیک عناصر خدمت بزرگی نمود و در سیســتم پریودیک عناصر به اساس ازدیاد متناوب نمبر اتومی شان مستقر گردیده اند.
در سیســتم پریودیک عناصر یکی تحت دیگر به شــکل عمودی در ســتون قرار داشــته و دراین ســتون‌های عمودی عناصری دارای خواص کیمیاوی مشــابه قرار دارند ، ستون‌های عمودی عناصر جدول مندلیف را به نام گروپ (Group) و قطارهای افقی آنرا به نام پریودها

(Periods) یاد می‌نمایند.
در پریودهای طویل جدول عناصر فلزات انتقالی (Transitional Elements) شـامل است.
در سلسـله عناصر جدول مندلیف خواص کیمیاوی مشـابه عناصر بعد از چندین انتروال تکرار می گردد؛ به طور مثال: نمبرهای اتومی گازات نجیبه 2,10,18,36,54,86 بوده؛ بنابراین خواص کیمیاوی مشابه به انتروال ارقام داده شده به مشاهده می‌رسد. بعد از گازات نجیبه ، فلزات فعال کیمیـاوی (گروپ اول) قرار دارند که آیون‌های را تشـکیل می‌دهند و عبارت از عناصرالقلی (Li, Na, K, Rb, Cs و Fr) می‌باشـند. قبـل از هـر یک از گازات نجیبـه عناصر فعال غیر فلزی قرار دارند که آیون را تشـکیل می‌دهند، این‌ها عبارت از(F_2, Cl_2, Br_2, I_2, At) یعنی هلوجن‌ها می‌باشـند. بعد از فلزات فعال القلـی، فلزات القلی زمینی$Be, Mg, Ca, Sr, Ba,$ و Ra قـرار دارنـد که گروپ IIA را تشـکیل داده انـد، به همین ترتیب قبـل از هلوجن‌ها (VIIA) عناصر گروپ $VIA\ O, S, Se, Te$ و Po) قرار دارند که ولانس آن‌ها ۲ میباشد و خواص آن‌ها ازغیر فلزات الی فلزات (از بالا به طرف پایین به شکل متناوب) تغییر می‌نماید.
در گروپ‌ها IIIA, IVA و VA عناصر شـامل اند که کمتر با یکد یگر خواص مشـابه را دارا بوده ، آن‌ها دارای ولانس مشخص مربوط به گروپی خود بوده و از طرف بالا به طرف پایین خاصیت فلزی آن‌ها زیاد می گردد.
عناصر با در نظر داشت خواص کیمیاوی و تغییرات آن به هفت پریود یا سلسله(Period) تقسیم گردیده اند که در پریود اول دو عنصر، پریود دوم و سوم هر یک 8،8 عنصر ، در پریود چهار و پنجم هر یک 18 ، 18 عنصر، در پریود ششم 32 عنصر و در پریود هفتم نیز 32 عنصر موجود اسـت. تعداد عناصر در پریودها به اساس تفاوت نمبر اتومی گازات نجیبه (بعد ی منفی قبلی) و یا توسط فورمول‌های ذیل دریافت شده می‌تواند.

$$\text{تعداد عناصر در پریود طاق} = \frac{(n+1)^2}{2}$$

$$\text{تعداد عناصر در پریود جفت} = \frac{(n+2)^2}{2}$$

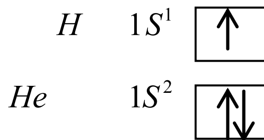
در پریـود چهـارم و پنجـم بین گـروپ IIA و IIIA (بین عناصر بـلاک S و P) در هر پریود به تعداد ده، ده عنصر قرار دارد که فلزات اند، تقریباً دارای خواص مشـابه با یک د یگر بوده و به نام عناصر انتقالی (Transational) یاد می‌شـوند . در پریود ششـم و هفتم علاوه از فلزات انتقالی عناصر f نیز موجود بوده که سلسـله خاصی به نام سلسـله Lanthanides و Actinoides را تشکیل داده اند ، عناصر این سلسله‌ها دارای خواص فوق العاده مشابه با یک دیگر بوده و هر یک دارای 14 ، 14 عنصر می‌باشند .

جدول (2-3) آخرین و جدید ترین جدول دوره ئی عناصر

عناصر فلزی انتقالی گروپ‌های فرعی جدول پریودیک را تشکیل می‌دهند.

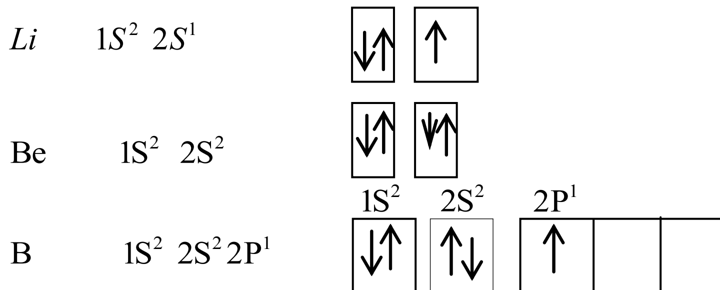
۲ - ۲ : ساختمان الکترونی عناصر

هایدروجــن دارای یــک الکترون، هیلیــم دارای دو الکترون بوده کــه پریود اول جدول مندلیف را تشــکیل می‌دهند ، الکترون‌های عناصر مذکور ســویهٔ پایین انرژیکی را اشغال مینمایندکه ساختمان الکترونی آن‌ها قرار ذیل است:



در این‌جا رقم طرف چپ سویه انرژیکی فرعی نمبر کوانتم اصلی و ارقام فوقانی سویه انرژیکی فرعی تعداد الکترون‌ها را در اوربیتال‌های سویه انرژیکی فرعی افاده میکند.

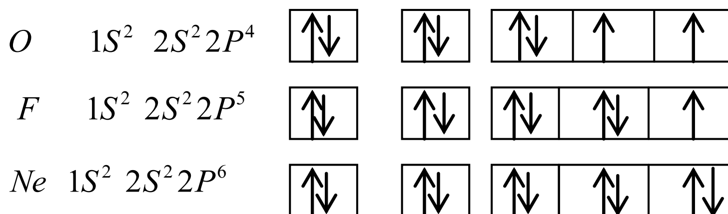
لیتیم (Li) دارای سه الکترون ، بیریلیوم(Be) دارای 4 الکترون و بورون(B)دارای 5 الکترون بوده که ساختمان الکترونی عناصر مذکور قرار ذیل است:



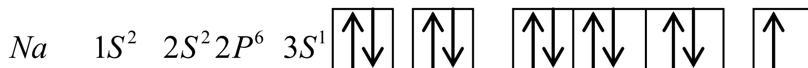
کاربن دارای 6 الکترون بوده که الکترون پنجم و ششم آن طبق قاعده هوند دو اوربیتال p را به شکل طاقه باسپین‌های هم جهت (مجموعه سپین آن‌ها ± 1) اشغال نموده و ساختمان الکترونی آن قرار ذیل است:



به همین ترتیب ساختمان الکترون اکسیجن (Z=8)، فلورین (Z=9) و نیون (Z=10) قرار ذیل است:



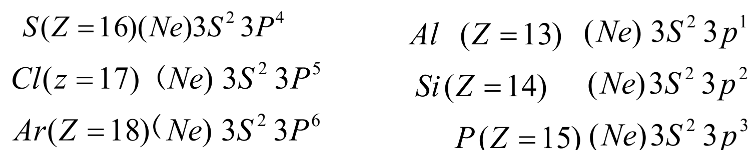
عنصر Ne دارای قشر مشبوع (L–Shell) است.عنصر بعدی Ne عبارت Na بوده که عنصر اول پریود سوم جدول مندلیف است و ساختمان الکترون آن قرار ذیل است:



طوری که دیده می‌شود، سودیم حتماً سویه M را به کار برده و سویه فرعی 3S آن شروع به پرشدن توسط الکترون‌ها می‌نمایند. عنصر بعدی سودیم (Mg (Z=12 بوده که ساختمان الکترونی آن قرار ذیل است:

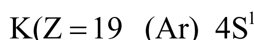


الکترون‌های شش عنصر ذیل در قشر فرعی 3p (3p – Sub Shell) ظاهر گردیده که ساختمان الکترونی عنصر مذکور قرار ذیل است:



در ســـاختمان الکترونـــی فوق ، چون $1s^2\ 2s^2 2p^6$ معادل ســـاختمان الکترون Ne است، از این سبب به Ne افاده شده است:

پریـــود چهـــار با Ca (Z=20) و K (Z=19) آغـــاز و به Kr (Z=36) ختم می گردد، ساختمان الکترونی K و Ca قرار ذیل است.



$$K(Z=19\ \ (Ar)\ \ 4S^1$$



$$Ca(Z=20)(Ar)4S^2$$

پس از این که ســـویه فرعی $4s$ (4S-Sub Shell) توســـط الکترون‌ها پر گردید، اشـــغال ســـویهٔ فرعی 3d آغاز می گردد و عبارت از ســـویه فرعی 3d عنصر Sc (Z=21) اســـت، اوربیتال‌های ده عنصر 3d (به شـــمول Sc) توســـط الکترون‌ها اشـــغال می گردد که عنصر آخری آن Zn (Z=30) می باشد . زمانی که پر شدن سویهٔ 3d عناصر به وقوع می‌پیوندد، خـــواص کیمیاوی همچو عناصر به انـــدازه قابل ملاحظه تغییر نمی‌نماینـــد. عناصر ده گانهٔ که اوربیتال‌های ســـویهٔ فرعی 3d آن‌ها توســـط الکترون‌ها در حالت پر شدن است، دارای خواص کیمیاوی مشـــابه با هم د یگر بوده و به نام عناصر انتقالی یاد می‌شـــوند. 6 عنصر از گالیم (Z=31) الی Kr (Z=36) اوربیتال‌های سویهٔ فرعی P آن‌ها توسط الکترون‌ها در حالت پرشدن بوده و قشر اصلی M آن‌ها توسط الکترون‌ها در حالت پر شدن می‌باشد.

پریـــود پنجـــم عبـــارت از پریـــود دوم طویل بـــوده وبه $Rb(Z=37)$ اغـــاز و با عنصر Xe (Z=54) ختم می گردد. سلسله دومی عناصر انتقالی دراین پریود قرار دارد.

پریـــود ششـــم با Cs (Z=55) آغاز گردیـــده و با عنصر Rn (Z=86) ختم می گردد درین پریود 14 عنصر f قرار داشته که از Ce (Z=58) آغاز و تا Lu (Z=71) ادامه پیدا میکند ، اینها عناصری اند که اوربیتال‌های ســـویه فرعی 4F شان توسط الکترون در حالت پر شـــدن بوده و از جملهٔ‌عناصر نادرهٔ زمین می‌باشند ،این عناصر از لحاظ خواص کیمیاوی به یک دیگر فوق العاده مشابه نسبت به عناصر انتقالی d بوده چون بعد از La در پریود قرار دارند از این سبب به نام سلسله Lanthanoides یاد شده اند. عناصری از Lu (Z=71) الی Hg (Z=80) سلســـله سوم عناصر انتقالی را تشکیل داده اند که اوربیتال‌های سویه فرعی 5d آن‌ها توسط الکترون‌ها در حالت پر شدن است.

پریود هفتم که اکنون پریود اخری عنصری جدول مندلیف است با $Fr(Z=78)$ آغاز میابد، عنصرآخری طبیعی یورانیم نیز دراین پریود موقعیت دارد .14 عنصر f فلزی درین پریود قرار داشته که اوربیتال‌های سویهٔ فرعی 5f آن‌ها توسط الکترون‌ها در حالت پر شدن می‌باشد ، این عناصر با Th (Z=90) آغاز و با عنصر مصنوعی Lr (Z=103) ختم می‌شـــوند. چون این

عناصر در پریود به ادامه عنصر Ac (Z=89) قرار دارند ، از این سبب عناصر این سلسله را که خصوصیات مشابه با یک دیگر دارند، به نام سلسله Actinoides یاد می گردد.

نوت: عناصربعد از یورانیم مصنوعی بوده و رادیو اکتیف می‌باشند.

2 – 3 :خواص عناصر و تغییر متناوب آن در جدول دوره یی عناصر

بعضـــی از خواص مهـــم اتوم‌های عناصر در پریودها و گروپ‌ها نظر به یک د یگر متناوباً تغییر می‌نمایند که این عناصر وتغییر تناوب خواص آن‌ها در جدول مندلیف ذیل توضیح می گردد.

2 - 3 – 1 : انرژی آیونایزیشن و تغییر متناوب آن در جدول مندلیف

انرژی آیونایزیشن: عبارت از مقدار انرژی است که برای دور نمودن یک الکترون از یک اتوم- گرام به فضای لایتناهی ضرورت می‌باشـــد . مقدار انرژی آیونایزیشن مساوی به تفاوت انرژی الکترون جدا شـــده و انرژی الکترون آزاد است (انرژی الکترون آزاد صفر فـــرض گردیده اســـت.) در عمل آیونایزیش اصطلاح انرژی الکترون اولی، دومی، ســـومی وغیره را به کار می‌برند. طوری که انرژی آیونایزیشن الکترون اولی عبارت از همان مقدار انرژی است که برای جدا نمودن الکترون اولی ضرورت بوده و این الکترون خود در سطح بلند انرژی نســـبت به دیگر الکترون‌ها قرار داشته باشـــد. الکترون اول اتوم‌ها نسبت به دومی و دومی نســـبت به ســـومی ... با انرژی کمتر جدا گردیده، پس انرژی آیونایزیشن آن کمتر میباشد؛ یعنی:

جدول ذیل انرژی ایونایزیشن اولی، دومی ... را افاده می کند.

جدول (2 –4) اندازۀانرژی ایونایزیشن آیون اولی ، دومی.... اتم‌های عناصر گروپ‌های اصلی:

گروپ I اصلی	11 Na	5.1 ev	47 ev	72 ev	99 ev
گروپ II اصلی	12 Mg	7.6 ev	15 ev	80 ev	109 ev
گروپ III اصلی	13 Al	6.0 ev	18.8 ev	28.14ev	120 ev

الکترون اولی ســـودیم، الکترون اولی و دومی Mg و ســـه الکترون المونیم به آســـانی جدا می گردد.

معلومات ضروری

انرژی آیونایزیشن اتوم هایدروجن 13,6ev بوده و این انرژی به خاطر به طور نسبی زیاد است که الکترون به هسته نزدیک بوده وقوه کشش هسته بالای آن تأثیر می‌نماید.

معلومات اضافی

در محـــدودۀ گروپ‌هـــا انرژی آیونایزیشـــن از بالا به طرف پایین کم شـــده ، برعکس از پایین به طرف بالا زیاد می‌شـــود؛ علت آن این اســـت که : الکترون‌ها در عناصر عین گروپ از هســـته دور گردیده؛ بنابراین با انرژی کمتر از هســـتۀ اتوم جدا و اتوم به آیون

مبدل می گردد ؛ به طورمثال: در گروپ اول اصلی انرژی ایوتایزیشـــن از بالا به طرف پایین گروپ کم شده و برعکس ازپایین به طرف بالای زیاد می گردد:

جدول (2 –5) مقایسه انرژی آیونایزیشن عناصر گروپ اول اصلی

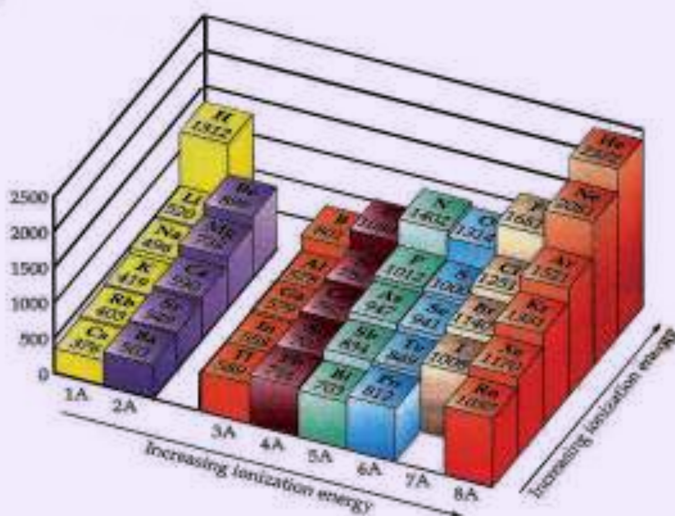
سمبول عنصر	انرژی ایونایزیشن Ev
1 H	13.6 ev
3 Li	5.4 ev
11 Na	5.1 ev
19 K	4.3 ev
37 Rb	4.2 ev
55*Cs*	3.9*ev*

در محدودۀ پریودها انرژی آیونایزیشن با ازدیاد نمبر اتومی تزاید حاصل می‌نماید ؛ زیرا در پریودها با ازدیاد نمبر اتومی تعداد اقشـــار زیاد نه شـــده ؛ بلکه چارج هسته بزرگ شده و الکترون‌هـــا را به طرف خود کش نموده به دور خود متراکم ســـاخته ، در نتیجه حجم و شـــعاع اتوم کوچک شده ، تاثیر چارج مثبت هسته بالای الکترون‌ها زیاد تر گردیده وآن را به طرف خود میکشاند . به این اساس ضرورت انرژی آیوتایزیشن بیشتر شده و به انرژی زیاد الکترون را می‌توان از هسته مجزا ساخت:



$$H + EI(13,6) \longrightarrow H^{+} + e^{-}$$

جدول (2 - 6) انرژی آیونایزیشن اتوم‌های عناصر:



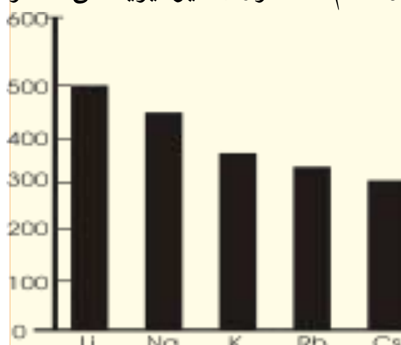
طـوری کــه در جدول فــوق ملاحظه می گردد. هر قدر که قشــر خارجــی الکترونی اتوم‌های عناصر زیادتر توســط الکترون اشــغال گردد. به همان اندازه ثبات و پایداری اتوم عنصر بیشــتر گردیده؛ از همین لحاظ اســت که گازات نجیبه کمتر آیونایزیشن گردیده و انرژی آیونایزیشن آن‌ها زیادتر است.

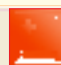


فعالیت

گراف ذیل را ملاحظه نموده ، به سؤالات ذیل جواب ارائه نمایید :

کدام عنصر بیشــترین انــرژی آیونایزیشــن را دارد ؟ و کدام آن انرژی آیونایزیشــن کمتر دارد؟





معلومات ضروری

پیش گوی ساختمان الکترونی ودریافت نمبر اتومی با استفاده از انرژی آیونایزیشن متوالی عنصر شده میتواند .

در جدول ذیل انرژی متوالی یک عنصر به کیلوژول فی مول ارائه شده است :

جدول 2 – 7 انرژی متوالی یک عنصر به کیلوژول فی مول:

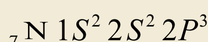
E7	E6	E5	E4	E3	E2	E1
64359	53266	9444	7475	4578	2856	1402

طوری که در جدول دیده می‌شود ، انرژی آیونایزیشن عنصر مذکور از E_5 به E_6 به کمیت بسیار زیاد جهش نموده است؛ پس:

1 + جهش بزرگ در تمامی انرژی آیونایزیشن اتوم عنصر = پریود عنصر

X پریود عنصر = 1+1= 2

چون جهش ازدیاد انرژی آیونایزیشن عنصر در ششمین مرحله ملاحظه می گردد ؛ بنابر این عنصر در قشــر خارجی خود صرف پنج الکترون را دارا می‌باشــد و در گروپ پنجم جدول مندلیف قرار دارد؛ پس عنصر مذکور نایتروجن بوده ونمبر اتومی آن 7وساختمان الکترونی آن قرار ذیل است:



$_7N\ 1S^2\ 2S^2\ 2P^3$

2 - 3 – 2 : خاصیت الکترون خواهی(Electron Affinity) عناصر و تناوب آن

یکـی از خـواص دیگر اتوم‌های عناصر که به سـاختمان الکترونی وابسـته اسـت، عبارت از میل الکترون گیری آن‌ها می‌باشـد . طوری که پیش از این گفته شد، برای جدا نمودن یك الکترون از اتوم باید به اتوم انرژی داده شـود تا از قوهٔ جاذبه هسته جدا گردد. در صورتی کـه یـك الکترون به اتوم اضافه گـردد، تا به ایون منفـی (Anions) تبدیل گردد،الکترون علاوه شده توسط قوه هسته جذب گردیده و انرژی آن به مقدار معین آزاد می گـردد. همین انرژی را به نام انرژی الکتـرون خواهی (Electron affainity) یاد مینمایند ومعادل انرژی است که بعد از جدا شدن الکترون از آیون منفی جذب می گردد. تقریبـاً برای تمـام عناصر عملیهٔ الکترون خواهی یك نـوع تعامل Exothermic بوده؛ بنابراین علامهٔ گرمای آزاد شده منفی میباشد . البته موضوع فوق عمومی نبوده به طور مثال: زمانـی که الکترون دیگری به انیون یك چارجهٔ آکسـیجن عـلاوه می گردد تاآیون 2– آکسیجن تشکیل شود ، لازم است تا یك مقدار انرژی به ایون یك چارجهٔ آکسیجن داده شـود که دراین صورت الکترون به آن می‌پیوندد، مقدار انرژی مسـاوی $+844k/mol$ بوده در حالی که انرژی آزاد شـده در تشکیل ایون O^{1-} مساوی به $\frac{-142kj}{mol}$است. جدول ذیل Electron affinity بعضی از عناصر را نشان میدهد:

جدول (2 - 8) مقدار انرژی الکترون خواهی بعضی از عناصر :

عنصر	انرژی Electron affinity	محصولات
فلورین	-344 KJ/mol	$F + 1e^- \longrightarrow F^-$
کلورین	-349 KJ/mol	$Cl + 1e^- \longrightarrow Cl^-$
برومین	-325 KJ/mol	$Br + 1e^- \longrightarrow Br^-$
اکسیجن	-142 KJ/mol	$O + 1e^- \longrightarrow O^-$
ایون O^{1-}	+844 KJ/mol	$O^{1-} + 1e^- \longrightarrow O^{2-}$
هایدروجن	-72 KJ/mol	$H + 1e^- \longrightarrow H^-$
سودیم	-50 KJ/mol	$Na + 1e^- \longrightarrow Na^-$

الکترون خواهی عناصر در پریودها و گروپ‌ها به شکل متناوب تغییر مینمایند؛ طوری که: در محدودهٔ یك گروپ Electric affinity عناصر از بالا به طرف پایین کم شـده و در

محـــدودۀ (حدود) پریودها انرژی و میل الکترون گیرنده گی از چپ به طرف راســت زیاد می گردد و با انرژی آیونایزیشن رابطۀ مستقیم دارد.

2 - 3 – 3 : خاصیت الکترونیگاتیوتی و الکتروپوزیتیوتی

عناصــری که میــل الکترون گیرنده را دارا بوده و الکترون‌هــا را به خود جذ ب می‌نمایند: به نــام الکترونیگاتیف Electro negative یاد شــده و میل الکترون گیرنــده گی آن‌ها را به نام الکترونیگاتیوتی (Electro negative) یاد مینمایند، برعکس عناصری که میل از دست دادن الکترون‌ها را دارا باشند، به نام عناصر الکترون دهنده (Electro positive) یاد می گردند.

مشــخصات عناصر الکتروپوزیتیف مربوط به انرژی آیونایزیشــن آن‌ها بوده ، طوری که: اگر انرژی آیونایزیشــن عنصر کم باشــد ، عنصــر مذکور الکتروپوزیتیــف بوده واگر انرژی آیونایزیشــن آن زیاد باشــد ، برعکس الکتروپوزیتیوتی آن نیز کم است و خاصیت الکترونیگاتیف آن زیاد می شود.

معلومات اضافی

در محــدودۀ یــک پریود الکتروپوزیتیوتی عناصر از چپ به طرف راســت کم شــده ، برعکــس از راســت به طرف چپ زیاد می گردد . به همیــن ترتیب در محدودۀ یک گروپ الکتروپوزیتوتــی عناصر از بالا به طرف پایین زیاد شــده؛ برعکــس از پایین به طرف بالاکم میشود.

به همین ترتیب خاصیت الکترونیگاتیویتی عناصر در گروپ و پریود نیز به شکل متناوب تغییــر می نماید، طوری که در محدودۀ یک پریود EN عناصر از چپ به طرف راســت متناوباً زیاد شده ، برعکس از راست به طرف چپ کم میشود، به همین ترتیب در محدودۀ یک گروپ الکترونیگاتیوتی عناصر از بالا به طرف پایین متناوباً کم شــده و برعکس از پایین به طرف بالا متناوباً زیاد می‌شــود، از این جا معلوم می‌شود که EN عناصر با شعاع اتومی رابطۀ معکوس را دارا اســت ؛ بنابرین فلوریــن الکترونیگاتیف ترین عنصر طبیعت بوده و Cs و Fr الکتروپوزیتیف ترین عناصر طبیعت می‌باشند.

در ســال 1939 عالمی به نام پاولینگ (Linus Cart Paiuling) واحد نســبتی را برای الکترونیگاتیویتی عناصر مشخص ســاخته که برای سیزیم و فرانشینیم EN=0.7 ev و برای فلورین $EN = 4.1ev$ تعین شده است.

به صــورت عموم اگــر انرژی آیونایزیشــن بــا انــرژی Electro Affinity جمع گردد الکترونیگاتیویتی عنصر حاصل می‌شود. جدول (2 - 9) الکترونیگاتیویتی پاولینگ را نشان میدهد. جدول مذکور عبارت از همان جدول دوره یی عناصر است که صرف در آن عناصر گازات نجیبــه موجــود نبوده زیرا الکترونیگاتیوتی آن‌ها صفر اســت ، طوری که از جدول معلوم می‌شود، عناصری که به طرف راست و قسمت فوقانی آن مستقر اند ، الکترونیگاتیف

بوده و الکترونیگاتیویتی آن‌ها تقریبی اســت، این عناصــر غیر فلزات (Non metals) نامیده میشــوند و عناصر متباقی فلزات و یا شــبه فلزات اند، در قســمت پایین طرف چپ جدول فلزات مستقر بوده که خیلی الکتروپوزیتف می‌باشند.

جدول (2 –9) الکترونیگاتیوتی عناصر

Increasing electronegativity →

Decreasing electronegativity ↓

H 2.1																
Li 1.0	Be 1.5											B 2.0	C 2.5	N 3.0	O 3.5	F 4.0
Na 0.9	Mg 1.2											Al 1.5	Si 1.8	P 2.1	S 2.5	Cl 3.0
K 0.8	Ca 1.0	Sc 1.3	Ti 1.5	V 1.6	Cr 1.6	Mn 1.5	Fe 1.8	Co 1.9	Ni 1.9	Cu 1.9	Zn 1.6	Ga 1.6	Ge 1.8	As 2.0	Se 2.4	Br 2.8
Rb 0.8	Sr 1.0	Y 1.2	Zr 1.4	Nb 1.6	Mo 1.8	Tc 1.9	Ru 2.2	Rh 2.2	Pd 2.2	Ag 1.9	Cd 1.7	In 1.7	Sn 1.8	Sb 1.9	Te 2.1	I 2.5
Cs 0.7	Ba 0.9	La–Lu 1.0-1.2	Hf 1.3	Ta 1.5	W 1.7	Re 1.9	Os 2.2	Ir 2.2	Pt 2.2	Au 2.4	Hg 1.9	Tl 1.8	Pb 1.9	Bi 1.9	Po 2.0	At 2.2
Fr 0.7	Ra 0.9	Ac 1.1	Th 1.3	Pa 1.4	U 1.4	Np–No 1.4-1.3										

(a)

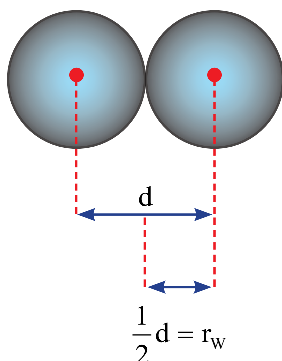
ناگفته نباید گذاشت این که ارقام الکترونیگاتیویتی به طریقه‌های مختلف محاسبه گردیده است، ارقام تحت سمبول اولی عبارت از نتایج حاصل طریقۀ پاولنک می‌باشد.

2 – 3 – 4 : تناوب شعاع اتومی و شعاع ایونی (Atomic & Ionic Radius)

شــعاع اتومی عناصر عبارت از فاصله بین هســته اتوم و آخرین الکترون قشر خارجی اتوم بوده و یکی از پارامترهای هندسی اتوم می‌باشد.

بــور برای اولین بار شــعاع اتومی هایدروجن را با فرض نمودن حرکت الکترون در قشــر دایره وی شکل با معادلۀ ریاضیکی محاسبه کرد که کمیت 52,9 پیکامتر می‌باشد طوری که در ســاختمان اتوم مطالعه نمودید، اوربیتال (Orbital) به معنی لانه می‌باشــد که دراین جا نیز عبارت از آن قسمت فضای اطراف هسته اتوم است که احتمال موجودیت الکتــرون در آن 95% اســت . این اوربیتال‌هــا میتواند کروی (اوربیتــال s) دمبل مانند (اوربیتالp) ... باشند، پس میتوان به طریقه‌های مختلف شعاع اتومی را دریافت کرد.

1 - به اســاس شــعاع واندروالس میتوان شــعاع اتومی عنصر مطلوب را حاصل کرد. شعاع واندر والس نصف فاصله بین دوهستۀ دو اتوم مجاور است.



شعاع و اندروالس = نصف فاصله بین دو هسته مجاور

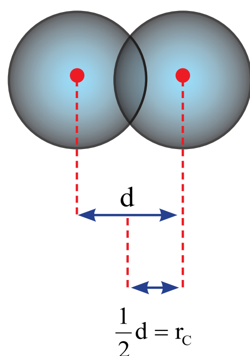
به طور مثال، فاصله بین دو اتوم مجاور آهن در شبکهٔ فلزی $2.48\,\mathring{A}$ است؛ بنابراین شعاع اتومی آهن $\frac{2.48\,\mathring{A}}{2} = 1.24\,\mathring{A}$ است.

2 - اگر فاصله بین دوهسته در مالیکول دو اتومی (تداخل شده) بر دو تقسیم گردد، شعاع کوولانسی (rco) اتومی حاصل می گردد.

مثال: فاصله‌های هسته‌های اتوم‌های آیودین در مالیکول آن مساوی به $2.66\,\mathring{A}$ است، شعاع کولانس یا شعاع اتومی آنرا در یافت نمایید.

حل:

$$r_{co} = \frac{1}{2}d = \frac{2.66\,\mathring{A}}{2} = 1.33\,\mathring{A}$$



شعاع کولانسی = نصف فاصله بین دوهسته در مالیکول ها

شعاع اتوم عناصر بنابر داشتن ساختمان الکترونی خاص شان از هم دیگر فرق داشته و این تفاوت‌ها متناوب است ، طوری که:

در محدودهٔ یک گروپ عناصر شعاع اتومی از بالا به طرف پایین بزرگ شده و برعکس از

پایین به طرف بالا متناوباً کو چک می‌شـود ، علت آن این اسـت که نمبر اتومی عناصر به کمیت‌های معین و قابل ملاحظه از بالا به طرف پایین بزرگ شده و تعداد اقشار الکترونی نیز به اندازه یک واحد زیاد شـده در نتیجه حجم اتوم‌های عناصر از بالا به طرف پایین در گروپ‌ها بزرگ شده و شعاع اتومی نیز بزرگ می گردد.

در محدودهٔ پریودها شـعاع اتومی عناصر از طرف چپ به طرف راسـت کوچک شده و برعکس از راسـت به طرف چپ به شـکل متناوب بزرگ می‌شود؛ علت آن این است که چارج مثبت هسته از طرف چپ به طرف راست زیاد شده ، در نتیجهٔ ازدیاد چارج درهسته ، تاثیر چارج مثبت هسـته بالای قشـر الکترونی زیاد شـده و الکترون‌ها را به د ور هسـته متراکم ساخته ، به این اساس حجم اتوم وشعاع آن نیز کوچک می گردد. جدول (2 - 10) را مشاهده نمایید تا تنقیص وازدیاد شعاع اتومی عناصر را در پریودها وگروپ‌ها بدانید.

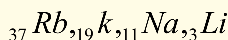
جدول(2 –10) شعاع اتوم‌های عناصر کیمیاوی :



فعالیت

1 - سـاختمان الکترونی عناصر $_{11}Na$, $_{13}Al$ و $_{15}p$ را تحریر دارید و هم شعاع اتومی آن‌ها را ازجدول (2 - 10) به دسـت آورده و به ترتیب ازدیاد شـعاع آن‌ها را ترتیب نمایید .

سـاختمان الکترونی چهار اتوم ذیل را تحریر وشـعاع اتومی آن‌ها را ازجدول (2 - 10) به دست آورده وبه ترتیب افزایش آن تنظیم نمایید.


$_{37}Rb, _{19}k, _{11}Na, _{3}Li$

شعاع ایونی و تغییر متناوب آن در جدول مندلیف:

عناصـــر میل دارند مدار خارجی خود را به هشـــت الکترون بالـــغ گردانند تا اکتیت خود را تکمیل وســـاختمان باثبات گازات نجیبه را اختیار می‌نمایند؛ ازاین سبب فلزات الکترون‌های قشر خارجی خود را از دست داده و غیر فلزات الکترون‌ها را اخذ می‌نمایند و به آیونها مبدل می گردند.

عملیهٔ آیونایزیشن تغییرات مهمی را در شعاع اتومی عناصر وارد می‌نماید؛ طوری که شعاع کتیون‌های عناصر کوچک از شـــعاع اتومی آن‌ها بوده و شـــعاع انیون‌های عناصر بزرگتر از شـــعاع اتومی آن‌ها می‌باشـــد؛ اما تغییرات آن در سیســـتم پریود مانند تغییرات متناوب شعاع اتومی در محدودهٔ پریودها و گروپ‌ها اســـت. جدول ذیل مشـــخص کنندهٔ شعاع انیون‌ها و کتیون‌های عناصر است:

جدول (2 – 11) مقایسه شعاع انیونی وکتیونی:

شعاع اتوم	شعاع انیون	شعاع اتوم	شعاع کتیون
Cl 1Å	Cl^- 1,8Å	Li 1.5Å	Li^+ 0,8Å
O o,78Å	O^{2-} 1,4Å	Na 1,9Å	Na^+ 1Å
S 1,27Å	S^{2-} 1,84Å	K 2,3Å	K^+ 1,3Å
N 0,92Å	N^{3-} 1,7Å	Rb 2,4Å	Rb^+ 1,5Å
O o,92Å	N^{5+} 0,11Å	Cs 2,6Å	Cs^+ 1,6Å
		Ca 1,7Å	Ca^{2+} 1,0Å
		Fe 1,2Å	Fe^{2+} 0,7Å
		Fe 1,2Å	Fe^{3+} 0,6Å



فعالیت

جدول (2–11) را به دقت مطالعه نموده، مطالب ذیل را به شکل گروپی در صنف مباحثه نماید .

1 – چرا شعاع اتومی عناصر نسبت به شعاع آیونی انیون‌های شان کوچک است ؟

2 - چرا شعاع اتومی عناصر نسبت به شعاع کتیون‌های مربوطۀ شان بزرگ است ؟

3 – تغییرات متناوب شعاع اتومی و آیونی عناصر در گروپ‌ها وپریودهای چی نوع است؟

4 – عناصری که در جدول مندلیف در حالت دیاگونال (کنجی یا زایوی) قرار دارد،شعاع اتومی وآیونی شان باهم کدام نسبت دارد ؟



بیاموزید

ذراتی که دارای الکترونهای مساوی اند ، به نام ایزوالکترونیک (isoelectronic) یادمی شوند.

عناصریکه درجدول مندلیف در حالت دیاگونال قرار دارند ، شعاع اتومی وآیونی آن‌ها مشابه است.

تغییرات متناوب خاصیت اکسیدیشنی وارجاعی را در پریودها درصنف بحث نماید مطالب فوق را به اساس چارت پریودها وگروپ‌ها توضیح کنید .

۲ - ۳ : خواص عناصرانتقالی (d–Elements)

عناصر انتقالی زیادتر فلزات سخت بوده ومورد استعمال زیاد درکارهای ساختمانی دارند. آهن به شکل فلزی، مس، وناديم، نکل و منگانیم درتهیه الیاژها رول اساسی را دارا اند. فلزات مذکورتمدن امروزی بشر را باعث گردیده است. دربین عناصر انتقالی فلزات دیگری موجود است که درصنایع مدرن امروزی رول اساسی را بازی نموده؛ به طور مثال : ازفلز تیتان (Ti) درصنعت طیاره سازی و وناديم (V) به حیث کتلست درتعاملات کیمیاوی استفاده می گردد وهم دربین این نوع عناصر فلزات قیمتی که پشتیبانۀ پول اکثرممالک جهان اند، موجود بوده و عبارت ازپلاتین، طلا ونقره می‌باشد، ازفلزات مذکور به علت زیبایی سطح ومقاومت درمقابل فرسایش (زنگ زدن) ازآن‌ها به حیث فلزات زینتی استفاده به عمل می‌آید. تمام این عناصر فلزی بوده وهادی برق اند. نقره درشرایط عادی هادی درجه اول برق بوده، این فلزات جلا داربوده قابلیت چکش خوردن را دارا وبه اوراق نازک مبدل شده وسیم‌ها ازآن ساخته می‌شود. رنگ اکثرآن‌ها سفید بوده ودرجۀ غلیان آن‌ها ازفلزات گروپ اول ودوم اصلی بلند است؛ اما استثنای نیزدر رنگ آن‌ها موجود است، به طورمثال: مس رنگ سرخ مایل به قهوه یی، طلای زرد وسیماب درشرایط STP به حالت مایع یافت می‌شود.

۲ - ۳ - ۱ : تاثیراوربیتال‌های d درخواص عناصر انتقالی

طوری که درفصل اول مطالعه گردید، پرشدن اوربیتال‌ها توسط الکترون‌ها طبق قانون نظری برحسب ازدیاد انرژی صعودی شان صورت می گیرد والکترون‌ها ابتداء اوربیتال آن سویه انرژیکی را اشغال می کند که درسطح پایین انرژیکی قرارداشته باشد، انرژی اوربیتال d به طور قاعده بالاترازاوربیتال S قرار داشته ؛ بنابراین الکترون‌ها اولاً دراوربیتال S اخذ موقعیت نموده و الکترون‌های اضافی دراوربیتال‌های d جاگزین می‌شوند، دراین صورت باید الکترون‌های موجود دراوربیتال‌های d بی ثبات ترازS باشند ؛ اما درعمل چنین نبوده ، درعناصرانتقالی الکترون‌های d نسبت به الکترون‌های S بعدی مستحکم ترپیوسته ، درصورت تبدیل شدن اتوم‌های این عناصر به کتیون‌ها، برخلاف پیشبینی‌های نظری الکترون‌های s خود را اول‌تر از دست داده ودرصورت ضرورت الکترون‌های اوربیتال d خود را بعدازs از دست می‌دهد؛ به طور مثال : ساختمان الکترونی اتوم آهن $(Ar)3d^6 4s^2$ بوده وساختمان الکترونی Fe^{2+} آن $(Ar)3d^6 4s^0$ است و کتیون Fe^{3+} آن دارای ساختمان الکترونی $(Ar)3d^5 4S^0$ می‌باشد. خواص کیمیاوی فوق العاده متنوع فلزات d را می‌توان به دلیل ساختمان فضای جهت یابی اوربیتال‌های d درآن‌ها درک کرد؛ زیرا الکترون‌ها دراوربیتال‌های مختلف d موقعیت های کاملاً معین را درفضای اطراف هسته اتوم به خود اختیار نموده وقوهٔ دافعهٔ آن‌ها بین هم بسیارکم بوده ، تاثیردوالکترون d بالای یک دیگردرعین اوربیتال کمترازتاثیر دوالکترون دراوربیتال s وp بالای هم دیگراست. فاصلهٔ اوربیتال‌های d بیست مراتبه زیادتر ازفاصله بین اوربیتال‌های p بایک دیگراست.

اشکال ذیل این مطلب را به خوبی توضیح می‌نمایند.

در شکل (2 - 1) دوالکترون اوربیتال d به خوبی ازهم فاصله داشته وعمل متقابل بین آن‌ها کمتربوده، درحالیکه الکترون‌های اوربیتال p باهم نزدیک بوده وتاثیر متقابل دربین آن‌ها زیاد تراست.

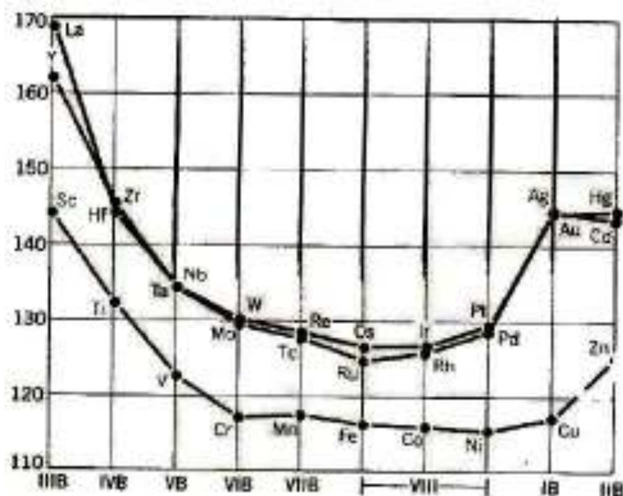


شکل (2 - 1) دوالکترون اوربیتال d



فعالیت

فعالیت کیمیاوی فوق العاده متنوع عناصر انتقالی مربوط به کدام ساختمان این عنصر است ؟ این ساختمان عناصر مذکور را به اساس دلایل به شکل گروپی بین هم توضیح نموده وآن را در صنف ارایه بدارید.



شکل (2 - 2) تغییرات شعاع اتومی عناصرانتقالی درپریودهای چهارم ، پنجم و ششم.

نمبراکسیدیشن عناصر انتقالی

یکی ازمشـــخصات مهم عناصرانتقالی همانا تمایل آن‌ها به تشکیل مرکبات کامپلکس مختلف می‌باشـــد . این عناصردارای نمبراکسیدیشـــن مختلف ومتحول است. جدول ذیل نمبراکسیدیشن بعضی ازعناصر انتقالی را ارائه می‌نمایند:

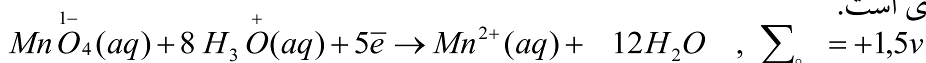
جدول (2 – 12) نمبر اکسیدیشن عناصر انتقالی

Group Number									
IIIB	IVB	VB	VIB	VIIB	VIII			IB	IIB
Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn
+3	+2 +3 +4	+1 +2 +3 +4 +5	+2 +3 +6	+2 +3 +4 +6 +7	+2 +3 +4 +6	+1 +2 +3	+2 +3	+1 +2	+2
Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd
+3	+2 +3 +4	+2 +3 +4 +5	+2 +3 +4 +5 +6 +8	+2 +3 +4 +5 +6 +7	+2 +3 +4 +5 +6 +7 +8	+1 +2 +3 +4 +5 +6	+2 +3 +4	+1 +2 +3	+2
La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg
+3	+3 +4	+2 +3 +4 +5	+2 +3 +4 +5 +6	+3 +4 +5 +6 +7	+2 +3 +4 +5 +6 +8	+1 +2 +3 +4 +5 +6	+2 +3 +4 +5 +6	+1 +3	+1 +2

نمبراکسیدیشـــن عادی مس +1 بوده؛ به طور مثال: درمرکب $(CuCl)$ و +2 در $CuCl_2$ است ، بعضی اوقات نمبراکسیدیشن +3 را نیزاختیارکرده می‌تواند.

عناصروســـط پریودهای طویل نمبرهای اکسیدیشـــن متحول را دارا اندکه از+1 الی

8 + میباشـــند؛ به طورمثال Mn: نمبرهای اکسیدیشن مختلف را دارا بوده وبه همین ترتیب عناصر گـــروپ فرعی پلاتین $(Ru.Rh)$ Ir ، Os ، pd و pt) دارای نمبرهای اکسیدیشـــن متحول اند.پریود که درجه اکسیدیشـــن عناصر d آن بزرگ باشـــد، قابلیت اکســیدی کنندهٔ آیون آن بزرگ اســـت؛ به طور مثال : Mn بانمبراکسیدیشـــن 7+ ، اکســـیدی کنندهٔ بسیار قوی است.



$$Mn\overset{1-}{O}_4(aq)+8H_3\overset{+}{O}(aq)+5\bar{e}\rightarrow Mn^{2+}(aq)+12H_2O \quad , \quad \sum_{\circ} =+1,5v$$

عناصر d اکسایدهای مختلف را با نمبرهای اکسیدیشن مختلف تشکیل می‌نمایند. طوری که اکســایدهای شـــان با نمبراکسیدیشـــن کوچک خاصیت القلی داشـــته ، متوسط امفوتریک وبـــزرگ خاصیـــت تیزابی را دارا اســـت؛ به طور مثـــال: عناصر گروپ فرعـــی کرومیم این خاصیت‌ها را دارا اند CrO نمبراکســـید یشن کرومیم مساوی به 2+خاصیت القلی Cr_2O_3 ، خاصیت امفوتریک و CrO_3 خاصیت تیزآبی را ازخود نشان می‌دهد.

عناصـــر d که به طرف چـــپ جدول قراردارند، با بلاک S شـــباهت دارنـــد. بعضی از آن‌ها الکتروپوزتیویتی زیاد را دارا اســـت ، این عناصرمرکبات زیاد را دارا بوده و استخراج آن‌ها ازمعادن به مشکل صورت می گیرد.



فعالیت اول

ســـؤالات ذیل را به شـــکل گروپی بعد از مباحثه بین هم در صنف توســـط نمایندهٔ گروپ جواب بدهید

1 - چـــرا اتـــوم آهـــن الکترون‌های اوربیتال 4s خود را نســـبت به 3d اول تر از دســـت می‌دهد ، باوجودی که اوربیتال S نســـبت به اوربیتال‌های 3d در ســـطح پایان انرژیکی قرار دارد ؟

2 - خـــواص متنـــوع عناصر d را چطور میتوانید توضیح نماید ؟ دراین مورد به شکل گروپی بحث نموده و نمایندهٔ گروپ آنرا در صنف با ارایهٔ دلایل قناعت بخش توضیح نمایید .



فعالیت دوم

اکســـایدهای Mn_2O_7, MnO_3, MnO_2 و MnO را به اساس ازدیاد خواص اکسیدیشنی شان در جدول ترتیب نموده و به اساس دلایل این خاصیت مرکبات عنصر منگان راتوضیح نمایید.



خلاصهٔ فصل

* دانشمندان علوم کیمیا تلاش کرده اند تا عناصر کشف شدهٔ زمان خویش را طوری در یک جدول واحد تنظیم نمایند که با دانستن خواص یکی از آن‌ها ، خواص عدهٔ دیگر آن‌ها را نیز دانسته باشند . در سال 1865 کیمیادان انگلیسی به نام نیولندز(Newlands) عناصر کشـــف شدهٔ ز مان خویش را به اساس ازدیاد متناوب کتلهٔ اتومی نسبتی شان در قطارهای افقی ترتیب کرد

*در سال 1869 عالم روسی D. M. Mendelev عناصر کشف شدهٔ زمان خود را به اســاس ازدیاد متناوب کتله اتومی نسبتی شان در قطارهای افقی (Period) ترتیب و در ستون‌های عمودی متحد ساخت و موصوف این نوع ساختمان ترتیب شده خود را به نام سیستم پریودیک عناصر یاد کرد.

* خواص عناصر و تغییر متناوب آن‌ها در پریودها با کتلهٔاتومی نســبتی آن‌ها مطابقت داشته و موقعیت آن‌ها را در پریودها تعیین می‌نمایند.

تعداد عناصر در پریودها به اســاس تفاوت نمبر اتومی گازات نجیبه (بعد ی منفی قبلی) و یا توسط فورمول‌های ذیل دریافت شده می‌تواند:

$$\text{تعداد عناصر در پریود طاق} = \frac{(n+1)^2}{2}$$

$$\text{تعداد عناصر در پریود جفت} = \frac{(n+2)^2}{2}$$

*انرژی ایونایزیشن: عبارت از مقدار انرژی است که برای دور نمودن یک الکترون از یک اتوم گرام به فضای بی نهایت ضرورت می‌باشد.

*در محدودهٔ گروپ‌ها انرژی آیونایزیشن از بالا به طرف پایین کم شده ، برعکس از پایین به طرف بالا زیاد می‌شود.

*در محدودهٔ پریودها انرژی آیونایزیشــن با ازد یــاد نمبر اتومی تزاید حاصل مینماید ؛ زیرا در پریودها با ازدیاد نمبر اتومی تعداد اقشــار زیاد نه شــده؛ بلکه چارج هســته بزرگ شده ، الکترون‌ها را به طرف خود کش نموده به د ور خود متراکم ساخته ، در نتیجه حجم و شعاع اتوم کوچک شده، تاثیر چارج مثبت هسته بالای الکترون‌ها زیاد تر گردیده و آنرا به طرف خود میکشاند.

در صورتی کــه یک الکترون به اتوم اضافــه گردد، تا به آیون منفی (Anion) تبد یل گردد، الکترون علاوه شده توسط قوهٔ هسته جذب گردیده و انرژی آن به مقدار معین آزاد می گردد. همین انرژی را به نام انرژی الکترون خواهی(Electron affainity) یاد می‌نمایند.

* در محدودهٔ یک پریود الکتروپوزیتویتی عناصر از چپ به طرف راست کم شده ، برعکس از راست به طرف چپ زیاد می گردد . به همین ترتیب در محدود یک گروپ الکتروپوزیتوتی عناصر از بالا به طرف پایین زیاد شده برعکس از پایین به طرف بالاکم می‌شود.

*در محدودهٔ یک پریود EN عناصر از چپ به طرف راست به طور متناوب زیاد شده. برعکس از راســت بــه طرف چپ کم می‌شــود. به همیــن ترتیب در محــدود یک گروپ الکترونیگاتیویتی عناصر از بالا به طرف پایین متناوباً کم شده و برعکس از پایین به طرف بالا متناوباً زیاد می‌شود از این جا معلوم می‌شود که EN عناصر با شعاع اتومی رابطهٔ برعکس را دارا است؛ بنابرین فلورین الکترونیگاتیف ترین عنصر طبیعت بوده و Cs و Fr الکتروپوزیتیف‌ترین عناصر طبیعت می‌باشند.

*شعاع اتومی عناصر عبارت از فاصله بین هستهٔ اتوم و آخرین الکترون قشر خارجی اتوم بوده و یکی از پارامترهای هندسی اتوم می‌باشد.

*در محدودهٔ یک گروپ عناصر شعاع اتومی از بالا به طرف پایین بزرگ شده و برعکس از پایین به طرف بالا متناوباً کو چک میشود .

*در محدودهٔ پریودها شــعاع اتومی عناصر از طرف چپ به طرف راســت کوچک شده و برعکس از راست به طرف چپ به شکل متناوب بزرگ می‌شود .

*عناصر d اکسایدهای مختلف را بانمبرهای اکسید یشن مختلف تشکیل می‌نمایند.

*عناصــر d که به طرف چپ جدول قراردارند، باعناصر گروپ S شــباهت دارند. بعضی از آن‌ها الکتروپوزتیویتی زیاد را دارا اســت ، این عناصرمر کبات زیا د رادارا بوده و استخراج آن‌ها ازمعا دن به مشــکل صورت می گیرد.تمام عناصر d فلزات بوده وها دی برق اند . نقره درشــرایط عادی هادی درجه اول برق بوده ، این فلزات جلا داربوده قابلیت چکش خوردن را دارا وبه اوراق نازک مبدل شده وسیم‌ها از آن ساخته می‌شود.

تمرین فصل دوم

سؤالات انتخابی: برای هر سؤال چهار جواب داده شده است ، شما جواب درست آن را در یافت وانتخاب نمایید.

1 – عنصـــر در پریود چهارم و گـــروپ چهارم اصلی موقعیـــت دارد ، نمبر اتومی آن مساوی به...... است.

الف – 31 ب – 32 ج – 33 د – 14

2 – کـــدام نمبر اتومی ذیل مربوط به عنصری اســـت که بیشـــترین تعداد الکترونهای ولانسی در آن موجود است؟

الف – 13 ب – 14 ج – 15 د – 19

3 – ارایهٔ درست قانون متناوب این است که هرگاه عناصر براساس افزایش ------- تنظیم گردند ، خواص فزیکی وکیمیاوی آن‌ها به طور متناوب -----

الف – کتلهٔ اتومی – تکرار می‌گردد . ب – کتلهٔ اتومی – تغییر می‌کند.

ج – نمبر اتومی – تکرار می‌گردد . د – نمبر اتومی – تغییر می‌کند .

4 – مندلیف در تنظیم جدول دوره یی عناصر به دو اصل توجه مبذول داشته است: قرار دادن عناصر به اســـاس افزایش تدریجـــی ----- آن‌ها در هر ------در پهلوی یک دیگر ودر نظر گرفتن تشابه خواص کیمیاوی عناصر در هر ------

الف – کتلهٔ اتومی – گروپ‌ها – پریودها ب – کتلهٔ اتوم – دوره – گروپ

ج – نمبر اتومی – پریود – گروپ د – نمبر اتومی – گروپ – پریود

5 – کدام یک از موارد ذیل ابتکار مندلیف نیست؟

الف – قراردادن بعضی از عناصرسنگین تر قبل از عناصر سبک تر

ب – خالی گذاشتن برخی از خانه‌های خالی در جدول . ج – تقسیم عناصر به فلزات وغیر فلزات د – پیشگویی خواص عناصرناشناخته شده .هـ– تمامی

6 – عناصر شـــامل یک پریود جدول مندلیف نظر به کدام مشخصات ذیل با هم مشا به می‌باشند ؟

الف – نمبر اکسیدیشن بلند ، ب ـ ساختمان الکترونی قشر ولانسی ج – تعداد سویه‌های الکترونی اشغال شده توسط الکترون‌ها د – تعداد سویه‌های اصلی الکترونی

7 – نمبـــر اتومی یک عنصر 21 اســـت ، موقعیت عنصرمذکـــوررا در پریود و گروپ مشخص سازید:

الف – گروپ ســـوم اصلی پریود 4، ب – گروپ سوم فرعی پریود 4 ج – گروپ

اول اصلی پریود 3، د – گروپ دوم اصلی پریود 4

8 – ساختمان الکترونی قشر آخری یک عنصر $3s^2 3p^4$ است ،عنصرمذکور در کدام پریود قرار دارد؟

الف – پریود سوم   ب – پریود دوم   ج – پریود ششم   د – پریود چهارم

9 – شعاع اتومی کدام عنصر ذیل بزرگ است ؟

الف – سترانیشیم   ب – المونیم   ج – روبیدیم   د – سلفر

10 – اکتینایدها در کدام حجرۀ جدول مندلیف قرار دارد ؟

الف – خانۀ نمبر 64   ب – خانۀ نمبر 57   ج – خانۀ نمبر 89   د – خانۀ نمبر 72

11 – دانستن موقعیت یک عنصر در جدول پریودیک کدام مطالبی را در مورد عناصر به طور دقیق در اختیار قرار می‌دهد ؟

الف – خواص کیمیاوی   ب – خواص فزیکی   ج – الف وب هردو   د – هیچکدام

سؤالات تشریحی :

1 – چرا جدول مندلیف را به نام جدول پریودیک یاد می‌نمایند؟

2 – قانون مندلیف را در مورد جدول مندلیف تحریر دارید.

3 – طویل ترین پریود وکوتاه ترین پریود جدول مندلیف کدام‌ها اند ؟ معلومات ارائه نمایید .

4 – عنصر M در گروپ اول اصلی و پریود ششم قرار دارد ، ساختمان الکترونی آن را تحریر دارید.

5 – چرا عناصر عین گروپ دارای خواص مشابه اند ؟ در باره معلومات ارائه بدارید.
جدول دوره یی عناصر دارای چند گروپ ودارای چند پریود است؟

6 – تعداد عناصر فلزی زیاد است ویا اینکه تعداد عناصر غیر فلزی زیاد می‌باشد.

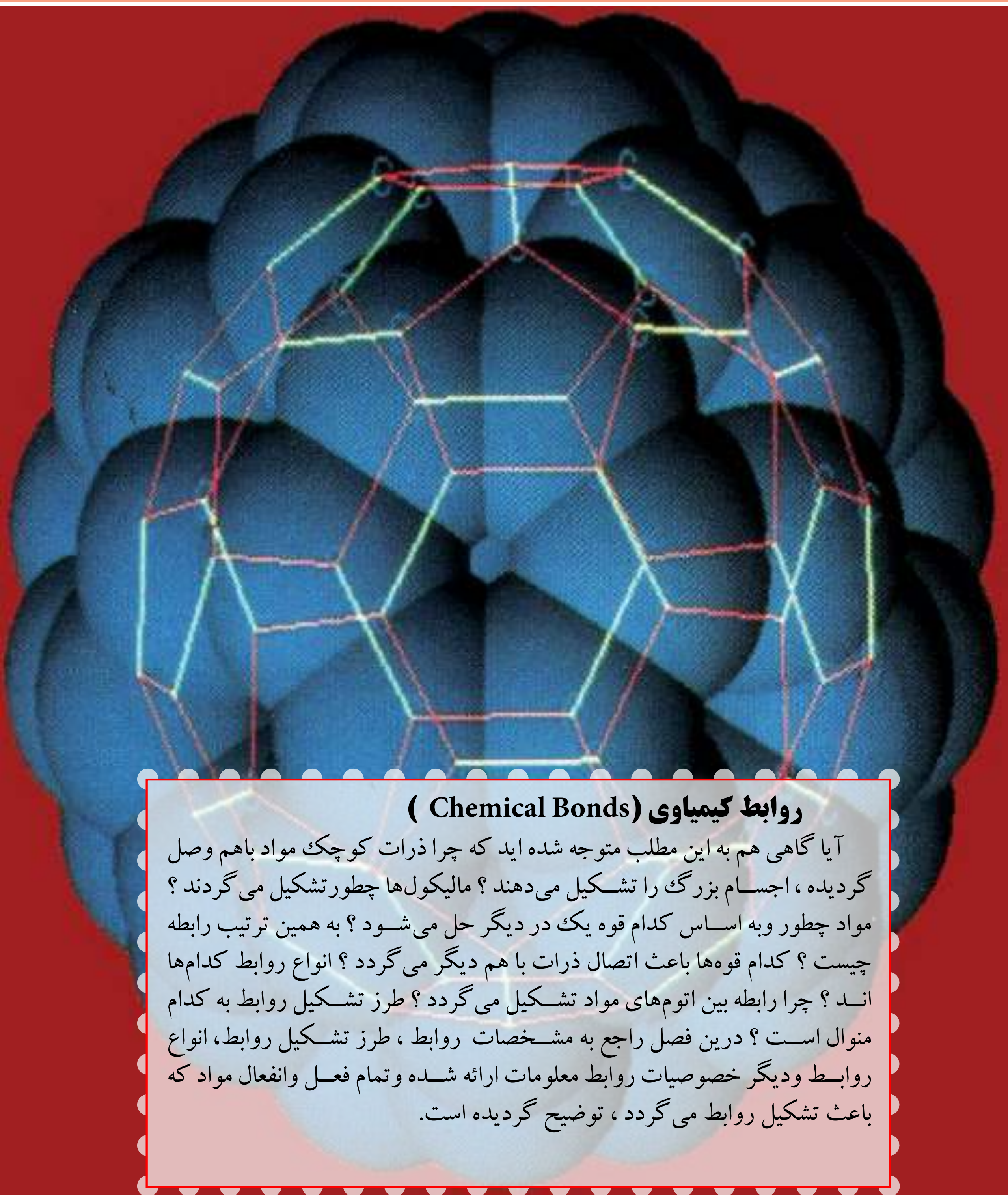
7 – انرژی ایونایزیشن چیست وتناوب آن در جدول مندلیف به کدام منوال است؟

8 – شعاع اتومی چیست؟ تغییرمتناوب آن در جدول مندلیف چه طور است؟

9 – الکترون خواهی عناصر وتناوب آن در جدول مندلیف چی مفهوم را ارائه می‌نماید؟

10 – ترتیب وتنظیم عناصر در جدول مندلیف از لحاظ خواص فلزی وغیر فلزی به کدام منوال است ؟ در باره معلومات ارائه بدارید.

فصل سوم



روابط کیمیاوی (Chemical Bonds)

آیا گاهی هم به این مطلب متوجه شده اید که چرا ذرات کوچک مواد باهم وصل گردیده ، اجسام بزرگ را تشکیل می‌دهند ؟ مالیکول‌ها چطور تشکیل می گردند ؟ مواد چطور وبه اساس کدام قوه یک در دیگر حل می‌شود ؟ به همین ترتیب رابطه چیست ؟ کدام قوه‌ها باعث اتصال ذرات با هم دیگر می گردد ؟ انواع روابط کدام‌ها اند ؟ چرا رابطه بین اتوم‌های مواد تشکیل می گردد ؟ طرز تشکیل روابط به کدام منوال است ؟ درین فصل راجع به مشخصات روابط ، طرز تشکیل روابط، انواع روابط ودیگر خصوصیات روابط معلومات ارائه شده وتمام فعل وانفعال مواد که باعث تشکیل روابط می گردد ، توضیح گردیده است.

۳ – ۱ : مشخصات روابط کیمیاوی وسمبول‌های لیویس

قـوهٔ جاذبه بیـن اتومها را دریک مالیکول به نام رابطهٔ کیمیـاوی(Chemical bond) یاد می‌نمایند . موجودیت مواد دارای چندین اتومی این واقعیت را برملا ساخت که اتومها بالای یک دیگر تأ ثیرانداخته ، مرکبات رابه وجود می آورد که نسبت به اتومهای آن دارای سطح پایین انرژیکی میباشند . درصورتی که مقدارمقاومت انرژی بین اتومها ومالیکولهای مربوط 10 Calory/mo1 باشد، رابطه تشکیل می گردد.

موضوع رابطهٔ کیمیاوی بخش عمدهٔ کیمیای نظری را تشکیل می‌دهد . در نتیجهٔ استقرار روابط بین اتومها، ذرات مغلق از قبیل مالیکولها ، رادیکال‌ها ،کریستال‌های مواد وغیره تشکیل می گردد. رابطه کیمیاوی در نتیجهٔ عمل متقابل دو یا بیشتر از دو عناصر تشکیل گردیده وتوأم با آزاد شدن انرژی می‌باشد.

قبل ازایجاد تیوری کوانت ،درمورد تشکیل روابط کیمیاوی نظریه لیویس حکم فرمایی داشت . درسال 1916 عالمی به نام لیویس (Liwes) نظریه تشکیل روابط کیمیاوی را انکشاف داد که طبق این نظریه « رابطهٔ کیمیاوی »در نتیجهٔ مشترک قراردادن جوره الکترون‌ها بین دواتوم برقرار می گردد ، در این صورت هریک ازاتومها یک ، یک الکترون را باهم شریک میسازند که این نوع رابطه را به نام رابطهٔ کوولانس یاد می‌نمایند ، ذیلاً روابط بین اتومها درمالیکولهای H_2 ، F_2، NH_3 و CH_4 ارائه گردیده که الکترونهای اتومهای عناصر به (×) ویا (•) ارائه شده است :





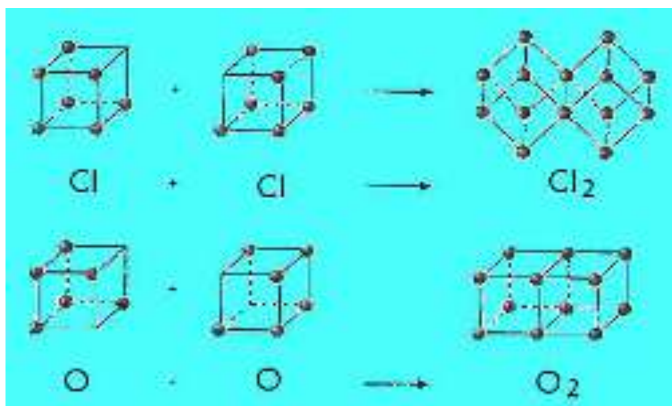
درنتیجهٔ استقرار روابط بین اتومها درتشکیل مالیکول مرکب اتومها ومالیکول‌ها ساختمان الکترونی باثبات را حاصل وقشر خارجی خودرا به 2 و 8 الکترون بالغ می‌سازد.

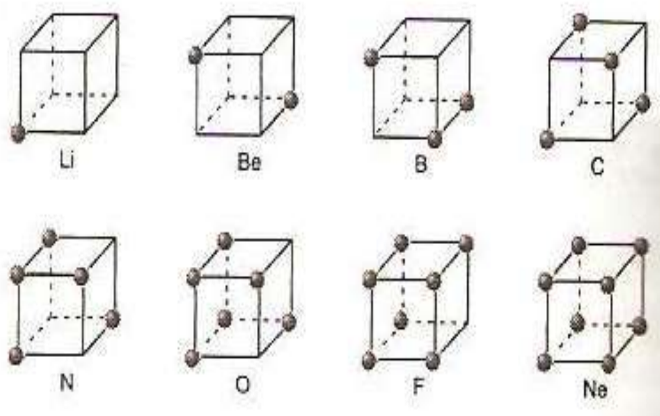
جملهٔ ذیل را به خاطر داشته باشید.

قاعده اکتیت یا قاعدهٔ هشتای

تعداد روابط تشکیل شدهٔ اتومها با یک دیگر باعث مشبوع شدن قشر الکترونی خارجی ولانسی آنها توسط هشت الکترون می گردد.

در ابتدا لیویس برای نمایش چگونه گی تشکیل روابط اتومها به اساس قاعدهٔ اکتیت ، الکترونهای ولانس هر اتوم را در رأس هر مکعب تصور کرد که هستهٔ اتوم در مرکز آن قرار دارد وتازمانی که دراین رأس‌های مکعب الکترونها قرار نگیرد ، آن اتوم می‌تواند رابطه بر قرار نماید . این اشکال قرار ذیل است :





شکل (3 – 1) ساختمان لیویس

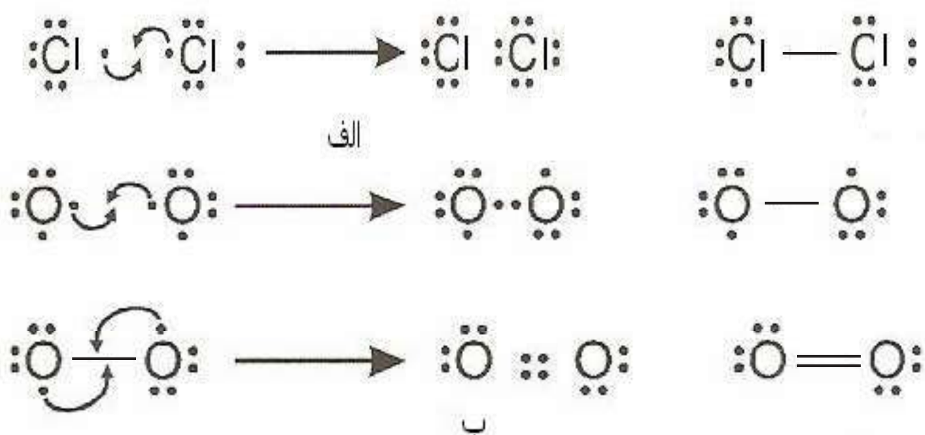
۳–۲ : قانون اوکتیت وساختمان لیویس

طریقهٔ نمایش اتومها و مالیکول‌ها که در آن الکترون‌های قشر ولانسی با نقطه وجوره‌های الکترون‌های مشترک رابطه توسط نقطه‌ها ویا به خط (–) بین دو اتوم قرار میگیرد، به نام ساختار نقطه یی ویا ساختمان لیویس یاد می گردد .

۳ –۲ - ۱ : روش تعیین ساختار الکترون - نقطه یی مالیکول‌ها

الف – روش امتحان وخطا

دراین روش الکترون‌های طاقهٔ هر اتوم تشکیل دهندهٔ رابطه را درساختار الکترون نقطه یی دربین سمبول هردو اتوم تحریر می‌نمایند .؛ به طور مثال:



شکل (3 – 2) ساختار الکترونی نقطه یی .

ب - روش سیستماتیک

دراین روش منشـأ الکترونهادر نظرگرفته نشـده ؛بلکه چگونگـی توزیع الکترونها در اتومها مورد توجه قرار میگیرد . مراحل این روش برای آیونهای CO_3^{2-} ومالیکول NO_2 قرار ذیل است:

مرحلهٔ اول : محاسبهٔ مجموعی الکترونهای ولانسی و تشکیل روابط ساده

مجموعـهٔ الکترون‌های ولانسـی تمامی اتوم ها$N(v)$ را در مالیکول به دسـت می‌آوریم و موقعیـت اتوم‌ها را درمالیکول تثبیت نموده ، بین دو اتـوم یک‌جوره الکترون را به حیث رابطه سـاده قرار می‌دهیم . به اسـاس هر یک رابطه دو الکترون ولانسی، از هر مالیکول کم می‌شود.

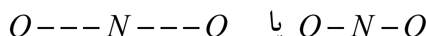
در مورد آیون‌ها به تعداد چارج منفی بالای$N(v)$ زیاد گردیده وبه تعداد چارج مثبت از آن کم می گردد . اکثر اتوم‌های عناصری که تعداد آن‌ها در مالیکول کم اسـت ، در مرکز قرار داده می‌شود واتوم‌های عناصر دیگر به اطراف آن قرار میگیرند . رابطهٔ اولی بین دواتوم در مالیکول‌ها نوع رابطهٔ سگما (σ)بوده ورابطهٔ دومی به نام رابطهٔ پای (π) یاد می گردد.



$$CO_3^{2-}$$

$$N(v) = 4e^-(C \text{ برای}) + 3 \cdot 6e^-(O) + 2e^-(anion)$$

$$N(v) = 24e^-$$

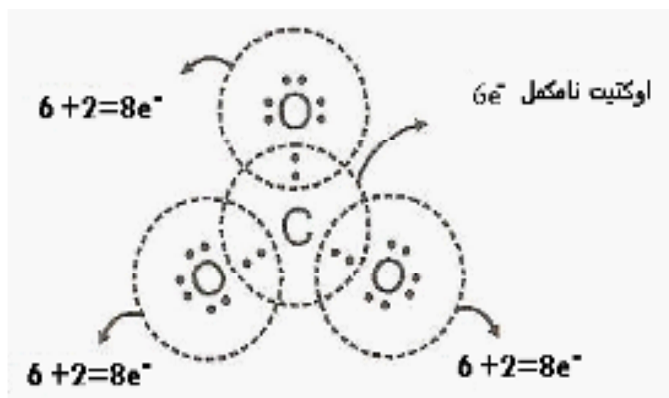


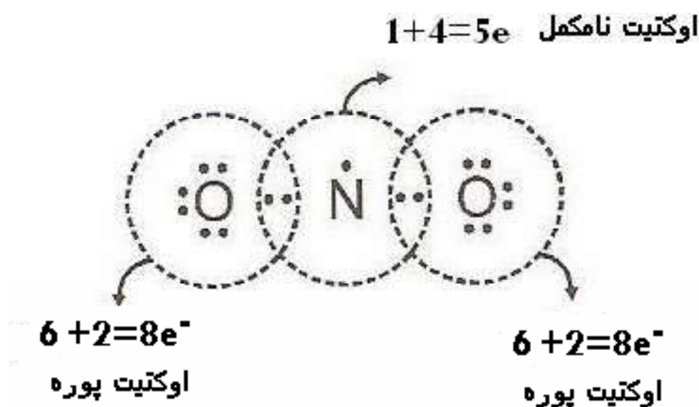
$$O---N---O \quad \text{یا} \quad O-N-O$$

$N(v)17e^- - 4e^- = 13e^-$ الکترونهای باقی مانده

مرحلهٔ دوم : توزیع الکترونها ی باقی مانده بر اساس قاعدهٔ اوکتیت

الکترونهای ولانسی باقی مانده بالای اتوم‌ها طوری تقسیم می گردد که اکتیت هر اتوم به اساس آن تکمیل گردد . ابتدا اکتیت اتوم‌های عناصری را در یافت میدارند که دارای روابط کمتر بوده واز جملهٔ عناصر الکترونیگاتیف باشد.





شکل(3 – 3) ساختمان الکترونی در مالیکول‌ها و ایون‌ها

مرحلهٔ سوم : تشکیل روابط پای (π) ومحاسبهٔ نمبر اکسیدیشن

اگر اوکتیت اتوم‌های عناصر درمالیکول مرکب تکمیل نشده باشد ، جوره الکترون‌های آزاد اتوم همجوار طوری جابجا ساخته می‌شود که بین شان مشترک واقع شده و رابطهٔ (π) تشکل می گردد؛ بنابراین نمبر اکسیدیشن هر اتوم در مالیکول قرار ذیل محاسبه می گردد:

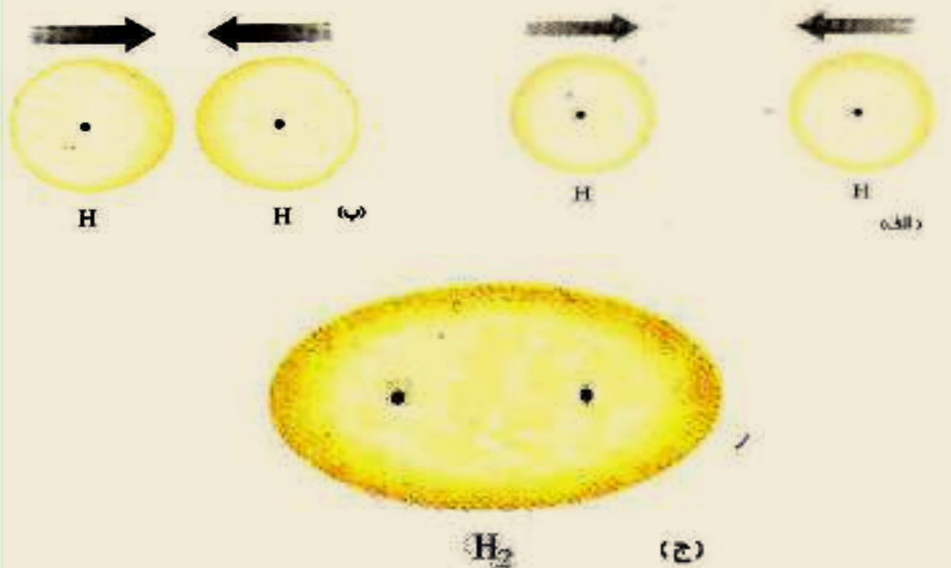
(تعداد روابط بین اتوم‌ها) = (تعداد الکترون‌های آزاد)- (تعداد الکترونهای ولانسی قبل از رابطه) نمبر گروپ = نمبر اکسیدیشن اتوم

به این اساس مجموعهٔ الجبری نمبرهای اکسیدیشن اتوم‌های عناصر متشکله مالیکول مرکب مساوی به صفر است و در آیونها مساوی به چارج آیونها می‌باشد .

معلومات اضافی

ممکـن بعضی از اتوم‌ها (مانند نایتروجن در NO_2) اکتیت خود را پوره نکرده باشـد واین یک اسـتثنا بوده که در مالیکول NO_2 دیده می‌شود ، دراین مالیکول به خاطر طاقه بودن الکترون، در مجموع الکترون‌های ولانسـی هیـچ امکان برای پوره کردن اکتیت اتوم‌های آن موجود نیست .

مفکوره لیویس بعضی از حقایق را درمورد رابطه ارائه داشـته؛ اما علت تشـکیل روابط را توضیح کرده نمیتوانسـت . باانکشاف نظریات میخانیک کوانت علت تشکیل روابط واضیح ساخته شد . درصورتی که الکترون یک حالت ابرالکترونی را دارا است ، دراین صورت تشـکیل همچو رابطه توسط جفتی از الکترونی درنتیجهٔ تداخل ابرالکترونی دو اتوم تصورشده میتواند:



شکل (3 – 4) شیمای تشکیل رابطه کیمیاوی بین دو اتوم وتداخل ابرالکترونیs – s

طـوری کـه در شـکل (3 – 4) دیده می‌شـود ، کثافت ابرالکترونی دربین دوهسته

اتوم‌های هایدروجن در مالیکول آن‌ها بیشـتر می‌باشد . علت آن این است که این ساحه بیشتر تحت تأثیر هسته‌ها قرارداشته والکترون‌ها توسط این دو هسته کش و در این محل متراکم می گردد . از اینجا گفته میتوانیم : قوه که باعث تشکیل رابطه کیمیاوی می گردد، دارای خاصیت الکتروستاتیکی است .

نظریـات لیویس درمورد مشـترک بـودن دو الکترون دررابطـه از نظر میخانیک یـک مفهـوم عمومی بوده ، قرار پرنسـیپ پاولـی این دو الکترون باید توسـط یکی ازنمبرهای کوانتم خویش ازهم دیگر فرق داشـته باشـند (نمبرسپین شان) درصورت اتوم هایدروجن وتشـکیل مالیکول اوربیتال ، درمالیکول اوربیتال S باید جهت سپین (Spin) الکترون‌ها مخالف یک دیگر باشد .

طریقـه که درآن الکترونها بین دو اتوم مشـترک قرارمیگیرد وسـبب تشـکیل رابطه می گردد ، به نام میتود ولانسی روابط کیمیاوی (MVB) یاد می‌شود .

عمومـاً رابطه کیمیاوی را توسـط (—) افاده می‌نمایند ودرانجام‌های این خط تصور یک ، یک الکترون موجود است .

۳ – ۲ – ۲ : ولانس (Valance)

ولانـس نوع از خاصیت اتوم‌هـای عناصر بوده که تعداد معین اتوم‌های د یگررا نصب ویا تعویض می‌نمایند ؛ یا به عباره دیگر: قوه اتحاد اتوم‌های عناصر کیمیاوی را درتعاملات به نـام ولانس اتوم همان عنصر یاد می‌نمایند . کلمه ولانس از اصطلاح لاتین (Valantia) گرفته شده است که به معنی ظرفیت می‌باشد .

کوسـیل (Kossel) در اولین مقالهٔ علمی خود توضیح نمود کـه رابطه‌ها در نتیجه انتقال کامـل الکترون‌هـا از یک اتوم به اتوم دیگر تشـکیل می گردد تا تعداد الکترونهای قشـر خارجی اتوم‌های عناصر به هشـت الکترون بالغ گردد. الکترون‌های گرفته شـده و باخته شده هر اتوم ولانس آن را مشخص می‌سازد .

۳–۳انواع روابـط کیـمیاوی:

۳–۳– ۱: رابطه آیونی (Electro Volant bond)

مطالعات ساختمان اتوم خاصتاً ساختمان الکترونی اتوم نشان می‌دهد که ساختمان ns^2np^6 بـه گازات نجیبه مطابقت دارد ، این گازات عبارت از Rn, Xe, Kr, Ar, Ne, He اسـت، ولی He($1S^2$) اسـت، درنتیجهٔ تحقیقات دریافت نمودنـد که گازات مذکوردرتعاملات کیمیاوی سـهم نمی گیرند وباثبات میباشند . ثبات کیمیاوی گازات نجیبه مربوط به مشبوع بودن قشر آخری آن‌ها توسط هشت الکترون است.

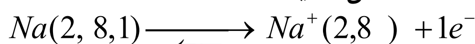
درسال 1916 م علما هریک : (کوسیل Kossel) و(لیویس Liwes) مستقل ازهم دیگر تیوری روابط کیمیاوی را ارائه داشته ، آن‌ها تشکیل روابط را همانا باختن و گرفتن الکترون‌ها توسط اتوم هاغرض تکمیل هشت الکترون مدارآخری دانسته تا ثبات لازمه را حاصل نمایند .

تسلسل عناصررا درسیستم پریودیک که از نیون (Ne) آغاز یافته است ، ملاحظه می‌نماییم.

(درقوس تعداد الکترون‌های قشر L,K ویا M عناصر نشان داده شده است .)

N(2,5), O(2,6), F(2,7), Ne(2,8), Na(2,8,1), Mg(2,8,2), Al(2,8,3)

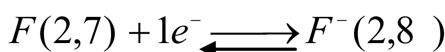
اتوم Naمیتواند درنتیجه باختن یک الکترون ساختمان گاز نجیبه Ne را اختیار کند و ساختمان الکترونی باثبات را حاصل نماید :



$$Na(2,8,1) \rightleftharpoons Na^{+}(2,8) + 1e^{-}$$

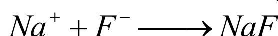
موجودیت 10 الکترون و 11 پروتون در اتوم سودیم باعث آن گردیده است تاسود یم چارج مثبت داشته وبه ذرهٔ چارجدار Na^{+} مبدل شود که به نام کتیون (Cathion) یاد می گردد.

فلورین درساختمان الکترونی خود نسبت به عنصر Ne یک الکترون کمتر داشته وبا گرفتن یک الکترون ساختمان الکترونی با ثبات گاز نجیب Ne را حاصل واکتیت خودرا تکمیل می‌سازد:



$$F(2,7) + 1e^{-} \rightleftharpoons F^{-}(2,8)$$

ذرهٔ که متشکل از 10 الکترون و 9 پروتون است عبارت از آیون چارجدار منفی فلورین (F^{-}) است . بین ذرات چارجدار مثبت (Na^{+}) وآیون منفی (F^{-}) قوهٔ جاذبهٔ الکتروستاتیکی عمل می‌نماید ودرنتیجهٔ این جذب رابطه کیمیاوی برقرار می گردد، این نوع رابطه را به نام رابطه آیونی یا برقی (Electro valente bond) یاد می‌نمایند:



$$Na^{+} + F^{-} \longrightarrow NaF$$

رابطه آیونی نوع ازرابطه کیمیاوی است که درنتیجه قوه جذ ب الکتروستاتیکی بین ذرات چارج‌دار که دارای علامه مخالف باشد، برقرار می گردد.

خاصیت آیونی در روابط کوولانسی

رابطه اشتراکی قطبی ، سرحد بین رابطه اشتراکی کامل (غیر قطبی) و آیونی را تشکیل می‌دهد ؛ زیرا دراین رابطه ابر الکترون‌ها به طور قسمی از یک اتوم به اتوم دیگر منتقل می گردد . اگر الکترونها به طور کامل از یک آیون به آیون دیگر منتقل گرد د ، رابطهٔ آیونی برقرار می گردد.

معیارهای تفاوت بین رابطه قطبی و آیونی قرار ذیل است:

بـه هر اندازه که تفـاوت الکترونیگاتیویتی بین دو اتوم عناصر زیاد باشــد، به همان اندازه رابطــه بین آن‌ها قطبی می‌باشــد . گراف ذیــل فیصدی خاصیت رابطــهٔ آیونی و تفاوت الکترونیگاتیوتی را نشان می‌دهد .

فیصدی خاصیت آیونی رابطه

خط قطع اختیاری

شکل (3 – 5) گراف فیصدی خاصیت رابطهٔ آیونی و تفاوت الکترونیگاتیویتی

به اســاس گراف فوق میتوان گفت که رابطه بین دو اتوم زمانی برقی یا الکترولنیت اســت که تفاوت الکترونیگاتیویتی بین این دو اتوم (1.7) وبالاتر از آن باشــد. مرکبات آیونی ویامرکبات الکتروولنت متشکل ازآیون‌ها می‌باشد . درصورتی که الکترونیگاتیویتی بین دو اتوم 1 الی 1,7 باشد رابطه بین آن‌ها 50% آیونی و 50% اشتراکی قطبی است.

مرکبات آیونی و خواص آن‌ها

کرستل ها مرکباتی اند که رابطه آیونی دارد.

آیا راجع به نمک طعام معلومات دارید ؟ میدانید که نمک طعام از کدام عناصر تشکیل گردیده است؟ نمک طعام عبارت از ســودیم کلوراید است که در طبیعت یافت می گردد و فورمول آن $NaCl$ است.

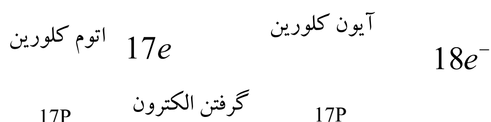
فورمول نشان می‌دهد که نمک طعام از عنصر سودیم وکلورین تشــکیل گردیده است . سودیم فلز نرم وفعال کیمیاوی بوده و کلورین عنصر گازی است که به شکل مالیکولی یافت شــده وفعال می‌باشد وگاز زهری است . در نتیجهٔ تعامل این دو عنصر قرار شکل ذیل نمک طعام تشکیل می گردد که رنگ سفید را دارا است.

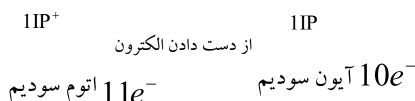
شکل (3- 6) تعامل گاز کلورین با سودیم.

کرستل: مواد معدنی جامدی اندکه اجزای آن سازنده آن ها در سه جهت فضایی به صورت منظم کنار همدیگر قرار گرفته باشند.

تمام نمک‌ها از جمله نمک طعام مرکبات آیونی بوده واز آیون‌های مثبت ومنفی تشکیل گردیده اند. در مالیکول سودیم کلوراید بین اتوم سودیم وکلورین رابطه ایونی برقرار بوده ، طوری که اتوم سودیم با از دست دادن یک الکترون چارج مثبت یک وکلورین با گرفتن یک الکترون چارج منفی یک را به خود اختیار نموده ، این‌ها به اساس قوه الکتروستاتیک یک دیگر را جذب نموده ومالیکول سودیم کلوراید را تشکیل می‌دهند. خواص نمک طعام مربوط به ماهیت همین رابطه است. بلورهای مکعبی نمک طعام سخت وشکننده بوده و به حرارت 801^0C ذوب شده و به حرارت 1413^0C غلیان می‌نماید .

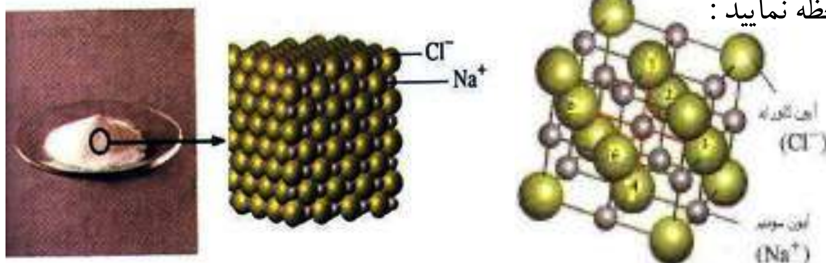
سودیم کلوراید در آب حل شده وبه شکل محلول ویا مذابه هادی خوب برق می‌باشد .





شکل (3 – 7) نمایش انتقال الکترون‌ها در هنگام تشکیل سودیم کلوراید.

خواص سودیم کلوراید مربوط به ذرات تشکیل دهندهٔ آن است ، بین سودیم وکلورین در سودیم کلوراید قوهٔ جاذبهٔ قوی موجود است که آن‌ها را باهم مستحکم نگاه داشته و این قوه را به نام رابطهٔ ایونی یاد می‌نمایند . این نوع رابطه در تمام نمک‌ها موجود است ، این نوع رابطه تنها مربوط به یک کتیون سودیم و یک انیون کلوراید نبوده ، بلکه بین تمامی انیون‌ها وکتیون‌های همجوار برقرار شده و نظم ذرات را به وجود آورده است ، هر کتیون توسط چندین انیون ویک انیون توسط چندین کتیون احاطه می گردد . اشکال ذیل را ملاحظه نمایید :

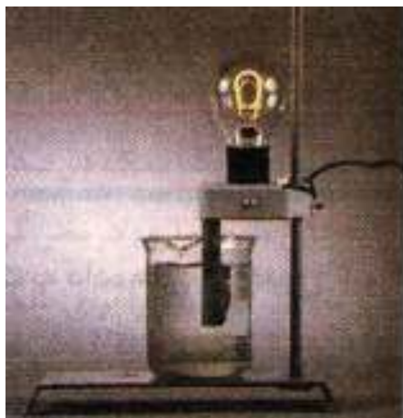


شکل(3 – 8) آرایش آیونها در یک کرستال نمک طعام

شکل فوق نشان می‌دهد که هر آیون سودیم توسط شش آیون کلوراید وهر آیون کلوراید توسط شش آیون سودیم احاطه ونظم ذرات را به وجود آورده است. قرار قانون کولمب ذرات چارج دار هم نوع یک دیگر را دفع ومخالف نوع یک دیگر را جذب می‌نماید، قوه جذب بین ذرات چارج دار مخالف علامه نسبت به قوهٔ دفع ذرات هم علامه بیشتر است. در مرکبات آیونی تعداد چارج‌های مثبت ومنفی با هم مساوی بوده؛ ازین سبب این نوع مرکبات از لحاظ چارج برقی خنثی می‌باشد.

خواص مرکبات آیونی

محلول آبی ویا مذابهٔ مرکبات آیونی هادی برق بوده ؛ زیرا دراین مرکبات آیون‌ها در حالت آزادانه حرکت می‌نمایند؛ اما درحالت جامد این مرکبات هادی برق نبوده؛ زیرا ایون‌های نمک‌ها در حالت جامد به جز حرکت اهتزازی دیگر حرکات را دارا نمی‌باشند . اگر چند کرستال نمک طعام در آب خالص انداخته شود ، آیونهای نمک بین مالیکول‌های آب پراگنده شده وآزادانه حرکت نموده ، جریان برق را از خود عبور می‌دهند ، شکل ذیل را ملاحظه نمایید:

شکل (3 – 9) جریان برق در محلول نمک طعام .

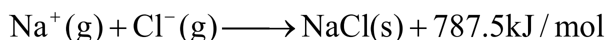


بیشتر بیاموزید

آیون‌ها در نمک‌ها ساختمان وتنظیم منظم را دارا است

ساختار آیون‌ها در کرستال‌ها به شکل مسلسل بوده وهر آیون توسط آیون‌های مخالف چارج خود احاطه گردیده ، نظم را ایجاد وروابط را بر قرار می‌نمایند . ساختار تنظیمی آیون‌ها در شبکهٔ کرستالی به جسامت نسبی انیون‌ها وکتیون‌ها از ترتیب خاص پیروی می‌نماید واین ترتیب در تمامی قسمت‌های کرستال تکرار می‌گردد . ساختاری که در اثر انبار ذره‌های سازندهٔ یک جسم (کتیون‌ها و انیون‌ها) در سه بعدی به وجود میآید ، به نام شبکهٔ بلوری یاد می‌شود . شکل (3 - 8) را ملاحظه نمایید .

تشکیل شبکه‌های کرستالی توأم با آزاد شدن انرژی صورت میگیرد .
انرژی شبکهٔ کرستالی عبارت از مقدار انرژی است که در هنگام تشکیل یک مول مادهٔ کرستالی از آیون‌های مثبت ومنفی گازی آن آزاد می گردد ؛ به طورمثال :



$$Na^{+}(g) + Cl^{-}(g) \longrightarrow NaCl(s) + 787.5kJ/mol$$

جدول‌های ذیل انرژی شبکه‌های کرستالی بعضی مواد را به kJ / mol نشان می‌دهد.

جدول(3 - 1) انرژی شبکه‌های کرستالی هلایدهای فلزات القلی

I^{-}	Br^{-}	Cl^{-}	F^{-}	آیون ها / کتیونها
757	807	853	1036	Li^{+}
704	747	787	923	Na^{+}
649	682	715	821	K^{+}
630	660	689	785	Rb^{+}
604	631	659	740	Cs^{+}

جدول (3 – 2) مقایسهٔ انرژی شبکهٔ مرکبات کتیون‌های دارنده چارج 1+، 2+ و3+

O^{2-}	F^{-}	انیون / کتیون
2481	923	Na^{+}
3791	2957	Mg^{2+}
15916	5492	Al^{3+}



فعالیت

به جدول 1 و 2 به دقت نظر ا ندازید:

الف – به نظر شما کدام نتیجه گیری‌های ذیل در مورد انرژی شبکهٔ کرستالی درست خواهد بود و چرا ؟

1 - هرقدر که کتیون کوچک باشد انرژی شبکهٔ کرستالی آن بیشتر است .

2 – هر قدر که چارج انیون بزرگ باشد ، انرژی شبکه کمتر است .

3 – هر قدر که شعاع انیون بزرگ باشد ، انرژی شبکه زیاد است .

4 – انرژی شبکه با چارج کتیون رابطهٔ مستقیم و با شعاع آن رابطهٔ معکوس دارد .

ب – پیش بینی کنید که کدام مرکب آیونی ذیل زیاد ترین انرژی شبکه را دارا است؟

MgO ویا CaO

ج – آیا میتوان بین انرژی شبکه ودرجهٔ ذوبان مرکبات آیونی ارتباطی در نظر گرفت ؟

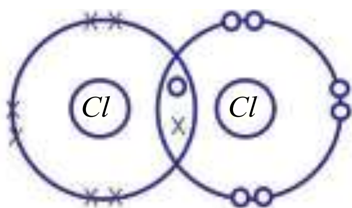
چون قوه جذب بین ذرات مرکبات آیونی قوی است ؛ ازین سبب خواص آن‌ها با هم مشابه است ؛ به طور مثال : درجهٔ ذوبان وغلیان آن‌ها با هم مشابه است .جدول ذیل را ملاحظه نمایید :

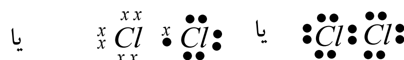
جدول (3-3) درجه ذوبان وغلیان با هم مشابه

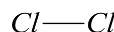
مرکب آیونی	نقطه ذوب ^0C	نقطه غلیان ^0C
$NaCl$	801	1413
$RbCl$	715	1390
KF	858	1505
KBr	734	1435

۳–۲: رابطه اشتراکی (Covalent bond)

تیوری روابط کوولنت : رابطهٔ آیونی یگانه شکل روابط کیمیاوی نبوده ، درمالیکول‌ها روابط مختلف موجود است ؛ به طور مثال : در مالیکول Cl_2 رابطهٔ خاصی موجود است که دراین مورد لیویس پیشنهاد کرد : هریک از دو اتوم کلورین یکی از الکترون‌های قشرخارجی خود را بین هم مشترک قرارمی‌دهد . غرض تداخل اوربیتال‌ها هریک از اتوم‌های کلورین تا حد امکان با همدیگر نزدیک شده وجوره الکترونهای مشترک رابطه کوولنت را تشکیل می‌دهد ، این الکترون‌ها صرف یک اوربیتال را اشغال نموده و Spin آن‌ها مختلف می‌باشد . شکل ذیل را ملاحظه نمائید:







شکل (3 – 10) طرزارائهٔ روابط کیمیاوی درمالیکول کلورین

درمیتود روابط کوولانسی اوربیتال‌های اتومی تداخل نموده واشتراک جوره الکترونها به ملاحظه میرسد. میتود ملاحظه شدهٔ توصیف مالیکول را به نام میتود روابط ولانسی یاد می‌نمایند. هریک از اتوم‌ها خاصیت خود را در مالیکول حفظ می‌نماید؛ لاکن یک ویاچندین الکترون قشر خارجی هریک از اتوم‌ها غرض تداخل اوربیتال‌ها درقشرخارجی اتوم دیگر نفوذ می‌نماید .

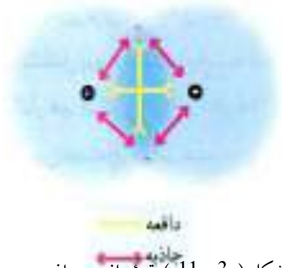
کثافت ابر الکترونی راتوسط ارقام الکترون‌ها به یک مکعب واحد طول اتومی (طول واحد اتومی مساوی به شعاع اوربیتال اولی اتوم هایدروجن ازنظر Bhor است .) به د ست می‌آورند .

توجه نمایید

کوولانس در لغت به معنی ولانس مشترک است واشاره به نوع رابطه‌ی است که در آن اتوم‌ها از قشر ولانسی یک دیگر وبه صورت مشخص از الکترون‌های قشر ولانسی یک دیگر به طور اشتراکی استفاده می‌نمایند ، رابطهٔ که در آن الکترون‌های قشر ولانسی مشترک قرار داده میشود به نام رابطهٔ اشتراکی یاد می گردد

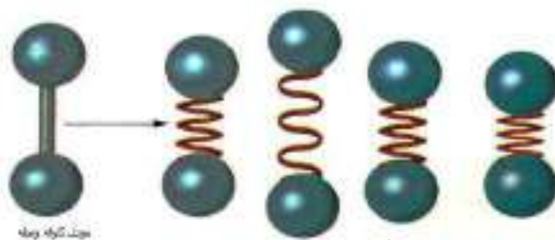
چطور رابطهٔ کوولانس تشکیل می‌گردد ؟

برای ارائهٔ جواب به این سؤال ، رابطهٔ سادهٔ کوولانسی را در مالیکول‌های هایدروجن بین دو اتوم آن تحت مطالعه قرار میدهیم. دو اتوم هایدروجن باهم دیگر نزدیک شده، بین الکترون یک اتوم وهستهٔ اتوم دیگرآن قوهٔ جذب قوی عمل نموده و از طرف دیگر بین هر یک از الکترونهای متعلق به هراتوم هایدروجن و هسته‌های شان قوهٔ دفع عمل می کند؛ در ابتدا ممکن تصور شود که این قوه‌های جذب و دفع بالای یک دیگر عمل می‌نماید و باعث آن می گردد تا اتوم‌های هایدروجن از هم مجزا باشند؛ اما طوری که معلوم است، هایدروجن به شکل مالیکولی موجود است. در موقع تشکیل رابطه قوهٔ جاذبه نسبت به قوهٔ دافعه فوق الذکر زیاد بوده و اتوم‌های هایدروجن را باهم مرتبط ساخته، مالیکو ل تشکیل

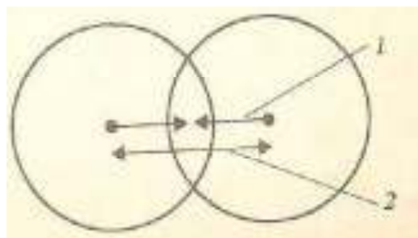


شکل (3 – 11) قوهٔ دافعه وجاذبه بین اتوم‌های هایدروجن در تشکیل مالیکول آن.

می گردد، دراین صورت بعد از تشکیل رابطه قوۀ جاذبه ودافعه با هم مساوی می گردد.
روابط کوولانسی را میتوان به شکل یک فنر تصور کرد . شکل زیر را ملاحظه نمایید، زمانی که دو اتوم هایدروجن از هم دور می گردد، آن‌ها را قوۀ جاذبه بین هسته والکترون دوباره نزدیک ساخته وبه حالت اولی بر میگرداند، از طرف دیگر قوۀ دافعه آن‌ها را دوباره ازهم دور می‌سازد، دراین صورت اتوم‌های هایدروجن در امتداد محور رابطه در حال نوسان قرار میداشته باشد، لاکن این نوسان‌ها طوری است که همیشه هسته‌های آن‌ها دریک فاصلۀ تعادلی ازهم دیگر قرار دارند، این فاصله را به نام طول رابطه یاد می‌نمایند:



شکل (3 – 12) رابطۀ فنری



شکل (3 - 13) قوۀکشش وقوۀ دفع درمالیکول هایدروجن

1 – قوۀ کشش بین هسته‌ها و ابرالکترونی درفضا بین هسته‌ها.

2 – قوۀ دفع بین دو هسته

شعاع کوولنت

فاصله بین هسته‌های اتوم‌های که به اساس روابط کوولانسی مرتبط شده اند ، مساوی به مجموعۀ شعاع ولانسی این اتوم‌ها می‌باشد ، شعاعات کوولانت عبارت از مجموعه شعاعات اتوم‌های تشکیل دهنده روابط کوولنت است. مجموعۀ شعاعات کوولنت کلورین وهایدروجن مساوی به فاصله روابط کوولنت هایدروجن کلوراید می‌باشد.

۳ - ۲ – ۲ :طول رابطه کیمیاوی

فاصله بین هسته‌های اتوم‌های که باهم مرتبط اند، عبارت از طول رابطه است. به صورت عموم طول رابطه دربین اتوم های عناصردرمرکبات مختلف درحدود $\frac{1}{10}$ ام حصه یک نانو متراست. با تزاید تعداد روابط بین دو اتوم در مالیکول مرکب ، طول رابطه کم و کوچک می گردد.

در مالیکــول های $\mathbf{N-N}$, $\mathbf{N=N}$, $\mathbf{N\equiv N}$ طول رابطه‌ها بین اتوم‌های نایتروجن به ترتیب 0.110nm, 0.124nm, 0.147nm اســت و طــول روابــط $C-C$, $C=C$, $C\equiv C$ به ترتیب 0.154nm ، 0.134 nm ، 0.120nm می‌باشد.

طول رابطه با انرژی ایونایزیشن تناسب برعکس دارد.

اتوم‌های هایدروجن در فاصلهٔ دور تر از فاصله تعادلی نسـبت موجودیت قوهٔ جاذبه ، میل دارندتا باهم نزدیک شــوند؛ امادر فاصلهٔ کمتر از قوهٔ تعادلی قوهٔ دافعه قوی شــده وتمایل دارند تا به حالت تعادلی بر گردند.

دو اتوم متوصل شـــده باهم دیگر به طور دایم در حال نوســان بوده؛ اما به خاطر داشتن سطح انرژی کمتر رابطهٔ کوولانسی را بین هم بر قرار می‌نمایند.

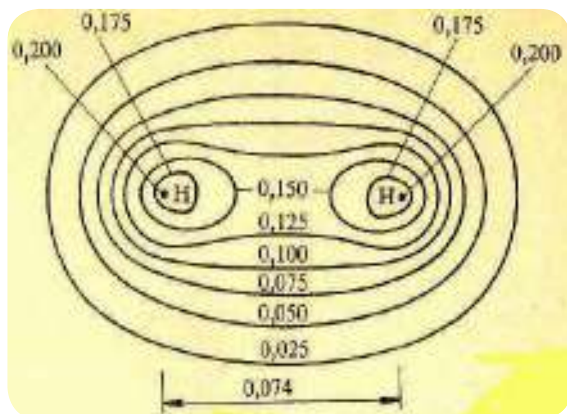
از این جا نتیجه گیری می‌شــود که اتوم‌های هایدروجن متوصل شده نسبت به اتوم‌های مجزا پایدار می‌باشــند؛ یا به عبار ۀ دیگر هایدروجن مالیکولی نسبت به هایدروجن اتومی در سطح پایین انرژیکی قــرار دارد ؛ بنابراین زمانی که بین دواتوم رابطه برقرارمی گردد، دراین صورت انرژی آزاد می گردد. جدول ذیل طول وانرژی رابطه کوولانسی را نشان می‌دهد و برای قطع رابطه وایجاد اتوم‌ها همان مقدار انرژی ضرورت است که در تشکیل آن آزاد می گردد.

جدول (3 – 4) طول وانرژی رابطه کوولانسی

رابطه	طول (pm)	انرژی kJ / mol	رابطه	طول (pm)	انرژی kJ / mol
H - H	75	436	H - I	161	298
H - C	109	412	C - Cl	177	338
H - Cl	127	432	H - Br	194	276
H - Br	142	366	Cl - Cl	199	243
C - O	143	360	Br - Br	229	193
C - C	154	348	I - I	266	151

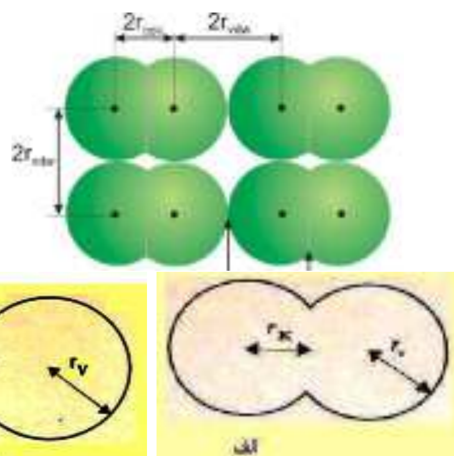
الکترونیگاتیویتی و روابط اشتراکی غیر قطبی و قطبی

درروابط بین دو اتوم همنوع کثافت الکترونی اوربیتال‌های تشکیل دهندۀ رابطه‌ها (σ – bonding) به طور متناظرنسبی بین این دو اتوم‌ها قراردارد؛ به طور مثال: در مالیکول H_2 که درشکل (14 – 3) ملاحظه می گردد :



شکل (3 – 14) : شیمای کثافت الکترونی مالیکول هایدروجن

درصورتی که اتوم‌های مرتبط شده ازعناصر مختلف بوده باشد، روابط قطبی بوده و الکترون‌ها به طرف یکی از اتوم‌ها انحراف می‌نماید ؛ بطور مثال: در مالیکول HF کثافت ابر الکترونی درساحۀ روابط به اتوم فلورین نزدیک نسبت به اتوم هایدروجن است؛ زیراقابلیت الکترونیگاتیویتی فلورین نسبت به هایدروجن بیشتراست (EN فلورین 4 وازهایدروجن 2.1 است)؛ بدین اساس رابطه بین اتوم هایدروجن وفلورین قطبی است. مرکز ثقل چارج منفی الکترون‌ها بامرکز ثقل چارج مثبت هسته منطبق نمی‌باشد. اکثر مالیکول‌های مرکبات قطبی بوده، سرحد جدایی معین بین رابطۀ اشتراکی ورابطۀ آیونی تعیین شده نمیتواند.



$2r_{cov}$ فاصله بین هسته های اتوم ها که باهم تداخل نموده.

$2r_{vdw}$ فاصله بین هسته های مالیکول ها در حالت تماس با هم قرار دارند.

شکل (3 – 15) شعاعات روابط کوولانت ووالدروا لس برای هایدروجن وکلورین

الف – r_V شعاع واندروالس: H_2 0,12nm، r_{CO} شعاع کوولنت 0,017nm طول رابطه مساوی به(2nm) است

ب – مالیکول Cl_2 : $r_v = 0.1nm, r_{co} = 0.104nm$:

ج – مالیکول Cl_2: طول رابطه مساوی به 0.141nm است .

بیشتر بدانید

اگر تفاوت الکترونیگاتیویتی بین دو اتوم صفر ویا کمتراز 0.5 باشد ، رابطه بین این دو اتوم غیر قطبی (Non polar bond) بوده وبالاترازِ0.5 الی یک رابطه قطبی است ، درصورتی که تفاوت الکترونیگاتیویتی بین دو اتوم عناصر (1 الی 1.7) باشد ، رابطه بین آن‌ها تقریباً (50 %) قطبی و (50 %) آیونی بوده واگر بالاتر از 1.7 باشد رابطه آیونی است؛ به طور مثال : سیزیم فلوراید (CsF) را در نظر می گیریم ، الکترونیگاتیوتی سزیم مساوی به 0.7 و فلورین 4.0 است ، بنابر این تفاوت الکترونیگاتیویتی آن‌ها مساوی به 3.3 می‌باشد، پس خواص این رابطه به رابطهٔ آیونی فوق العاده زیادمطابقت دارد.

خود را آزمایش کنید

الکترونیگاتیویتی آکسیجن 3.5 والکترونیگاتیویتی سلیکان 1.8 است که تفاوت الکترونیگاتیویتی آن‌ها 1.7 می‌باشد . نوع رابطهٔ سلیکان وآکسیجن را در سلیکان دای اکساید به اساس دلایل منطقی توضح نمایید .

توجه کنید:

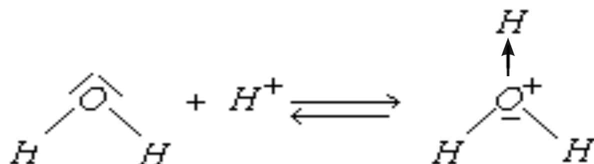
در بعضی موارد اگر تفاوت الکترونیگاتیویتی بین اتوم‌های دو عنصر کمتر از 0.4 غیرقطبی در نظر گرفته می‌شود؛ به طور مثال: رابطهٔ $C-H$ که یک رابطه مهم در کیمیای عضوی است، غیر قطبی در نظر گرفته می‌شود.

۳ – ۳ – ۳: رابطهٔ کواردینیشن (Coordination bond)

رابطهٔ کواردینیشن نوع رابطهٔ کوولنت بوده که درآن جوره‌های الکترون مشترک تنها ازطرف یکی از اتوم‌ها که دررابطه سهم می گیرد ، دراختیار اتوم د یگرقرارداده می‌شود، یکی از اتوم‌ها به شکل دهنده (Donar) تبارزیافته ودیگر آن گیرنده (Acceptor) تبارز می‌نماید که این نوع رابطه را بعضاً به نام رابطه دونار – اکسپتور (Donor – Acceptor) نیز یاد می‌نمایند.

اتوم‌های عناصرالکترون دهنده (Donar) دارای یک‌جوره الکترون آزاد درقشر خارجی خود می‌باشد واکسپتورها اوربیتال‌های خالی را درقشرخارجی خود دارا اند. کتیون‌های فلزات انتقالی میتواند به حیث اکسپتور عمل نمایند . درمالیکول آب اتوم آکسیجن دارای دوجوره الکترون آزاد بوده ، این اتوم جوره الکترونهای آزاد خودرا به د سترس ذرات دارای خلأ الکترونی غرض تکمیل اکتیت شان قرار می‌دهند ، به طور مثال: H^+ دارای خلای الکترونی بوده و اوربیتال s آن خالی است که این اوربیتال خالی توسط جوره الکترون‌های

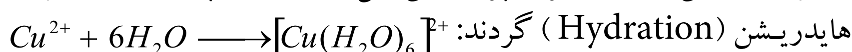
آزادآکسیجن مشبوع گردیده ودرنتیجه رابطهٔ اشتراکی کوارد ینت بر قرار می گردد :



پــس گفته میتوانیم که (H_3O^+) درنتیجهٔ رابطهٔ کواردینیشــن حاصل می گردد وچارج مثبــت پروتون درتمام آیون توزیــع می گردد ؛ به همین ترتیب آب بــا آیون‌های فلزات کواردینیشن می گردد؛ به طورمثال : $[Cu(H_2O)_6]^{2+}$

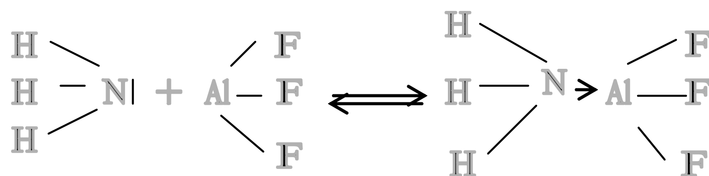
انحلالیت اکثریت نمک‌ها مربوط به تشــکیل روابط بیــن آیون‌های فلزات ومالیکول‌های آب اســت ، برای قطع روابط بین آیون‌های شبکه‌های کرستال‌ها انرژی به مصرف رسیده ودرموقع تشکیل رابطه‌ها درآیون‌های کرستال‌ها انرژی آزاد می گردد.

اگر دراثر تشکیل روابط کواردینیشن بین اتوم‌های فلزات وآب انرژی آزاد گردد، دراین صــورت ممکن تعادل به طرف پروســس حل شــدن ادامه پیدانمایــد وآیون‌های فلزات هایدریـشن (Hydration) گردند:



$$Cu^{2+} + 6H_2O \longrightarrow [Cu(H_2O)_6]^{2+}$$

اتوم نایتروجن درمالیکول امونیا $H_3N|$ جوره الکترون‌های آزاد خود را به اتوم المونیم درمالیکول AlF_3 داده و درنتیجه بین اتوم نایتروجن والمونیم رابطه کواردینیشــن برقرار می‌گردید؛ دراین صورت قشر الکترونی هریك ازاتوم نایتروجن والمونیم حاوی هشت - هشت الکترون بوده وازمشبوعیت الکترونی قشر آخری برخوردارمی‌باشند.

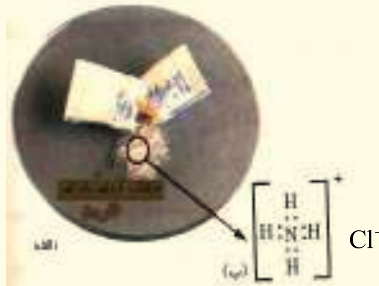


رابطه کواردینیشن را توسط خط تیر افاده می‌نمایند ($\rightarrow$) که سمت تیر ازطرف دونار به طرف اکسپتورمتمایل می‌باشد.



فعالیت

شکل داده شده مالیکول نوشادر (امونیم کلوراید) را نشان می‌دهد ، بادر نظر داشت این شکل انواع روابط را درآن به شکل گروپی مشخص ساخته و در صنف ارائه بدارید.



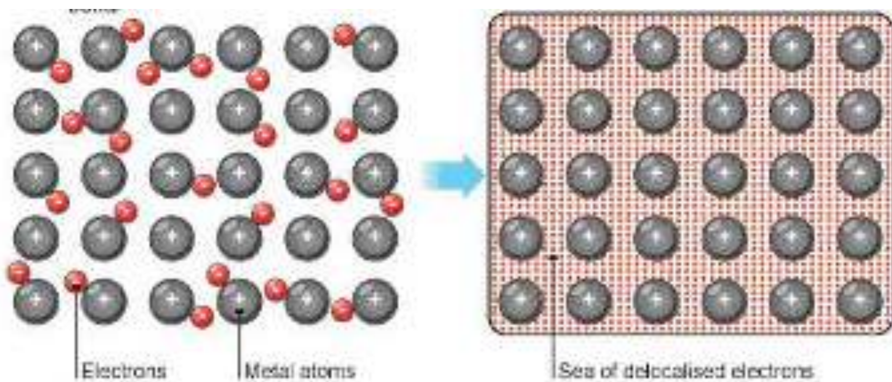
شکل (3 – 16) رابطهٔ کواردینیشن در امونیم کلوراید

توجه کنید :

تداخل دو اوربیتال یک الکترونی را با یک دیگر به نام رابطه اشـتراکی سـاده و تداخل یک اوربیتال دو الکترونی با یک اوربیتال خالی را به نام رابطه اشتراکی کواردینیشن ویا رابطه یک طرفه یاد می‌نمایند.

۳ - ۳ – ۴ : رابطهٔ فلزی

انرژی آیونایزیشـــن والکترونیگاتیویتی فلزات پایین بوده واتصال الکترون‌های قشر خارجی آن‌ها نسبتاً سست است.



به یاد داشته باشید که :

قوهٔ جذب بین الکترونهای ابر الکترونی تشـکیل شـده وآیونهـای مثبت فلزات را به نام رابطهٔ فلزی یاد می‌نمایند.

قوهٔ جذب بین آیون‌های مثبت وابر الکترونی تشکیل شده در فلزات به اندازهٔ قوی است که باعث تراکم ذرات آن‌هاگردیده واز همین سبب است که فلزات سخت بوده وقابلیت چکش خوردن وتورق رادارا اند ؛به طور مثال : تشـکیل سیم وتخته‌های مسی ،المونیمی وغیره نمایانگر روابط ذرات فلزی در اجسام فلزی می‌باشند.

۳ – ۳ –۵: خواص فزیکی روابط کیمیاوی

انواع روابط مالیکولها ، صفات مالیکول‌ها را مشـــخص می‌ســازد. نقطهٔ غلیان و نقطهٔ ذوبان مســتقیماً به روابط اتوم‌ها در مالیکول‌ها مربوط اســت؛ به طور مثال: سه مالیکول F_2 ، HF و NaF را از نقطهٔ نظر درجهٔ غلیان و ذوبان باهم مقایسه می‌نمائیم.

جدول (3 – 5): مقایسه درجهٔ غلیان وذوبان سه مالیکول HF ، F2 و NaF :

مالیکول	درجه غلیان	درجه ذوبان
F_2	$-187\ ^{o}C$	$-218\ ^{o}C$
HF	$+20\ ^{o}C$	$-83\ ^{o}C$
NaF	$1707\ ^{o}C$	$995\ ^{o}C$

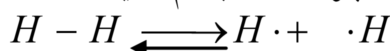
طـوری که دیده می‌شــود ، NaF مالیکول آیونی بــوده نقطهٔ ذوبان وغلیان آن بلند اســت، درحالیکــه HF یک مالیکول قطبی بوده ویا نیمه آیونی می‌باشــد، درجــهٔ غلیان وذوبان آن خیلی‌ها پایین است وبالاخره F_2 که یک مالیکول غیرقطبی است.

درجهٔ ذوبان وغلیان آن به مراتب کوچکتر ازدومالیکول قبلی می‌باشد.

درجهٔ غلیان وذوبان ودرجهٔ تفکیک یک مالیکول علاوه ازاینکه به نوع رابطهٔ اتوم‌های آن وابسته بوده ، به رابطه‌های دومی وقوهٔ بین مالیکولی آن‌ها نیز رابطه دارد.

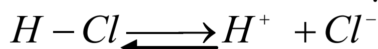
۳–۳ –۶ : قطع هومولیتکی وهترولیتکی روابط کیمیاوی

بــرای قطــع روابــط کیمیــاوی همان قدر انرژی ضرورت اســت که در زمان تشــکیل آن آزاد گردیده اســت . رابطــهٔ کیمیاوی به دو میخانیکیت قطع می گــردد ، یکی عبارت از قطــع هومولتیکی (Hemolytic) ودیگر قطع هترولیتکی (Hetrolytic) اســت . درقطع هومولتیکی هر اتوم الکترون خودرا که درتشکیل رابطه سهیم بوده، دوباره اخذ نموده وهرذره دارای الکترون طاقه بوده که همچو ذرات را به نام رادیکال (Radical) یاد می‌نمایند.


$$H - H \rightleftarrows H\cdot + \cdot H$$

قطع رابطهٔ که درآن جوره الکترونهای رابطه به یک اتوم الکترونیگاتیف تعلق می گیرد وآیون‌های دارای چارج مختلف تولید می گردند ، به نام قطع هترولیتکی یاد می‌شود .

به طور مثال :انفکاک مالیکول HCl :


$$H - Cl \rightleftarrows H^{+} + Cl^{-}$$

نوت: قطع هومولتیکی رابطه توسط نور یاحرارت ویا تشعشع صورت می گیرد.

۳ - ۳ -۷: اشکال روابط

بصورت عموم رابطه دارای دوشکل است:

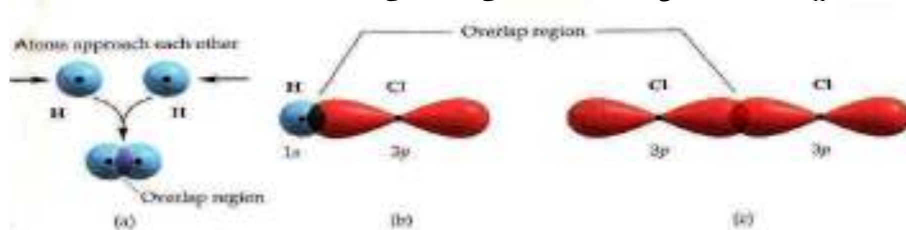
۱ - رابطهٔ سگما (σ) : روابط کیمیاوی به اساس پوشش و تداخل اوربیتال‌ها تشکیل می گردد . اگرپوشـش ابرهای الکترونی به امتداد خطی که هسـته‌های دو اتوم را وصل می‌سـازد ، صورت بگیرد، یعنی تداخل اوربیتال‌ها مسـتقیم واعظمی باشد ، رابطه مستحکم بوده وبه نام رابطهٔ سگما (σ) یاد می‌شود که این رابطه میتواند ازتداخل دواوربیتال S ویا یک اوربیتال S ویک اوربیتال P ویا دواوربیتال P بطورمستقیم تشکیل گردد.شکل (3 - 17) .

رابطهٔ کیمیاوی که به اساس مشترک ساختن یک‌جوره الکترونها بین دو اتوم تشکیل گردیده باشد، به نام رابطهٔ یگانه یاد می‌شود . اوربیتال‌ها درنتیجهٔ تداخل مستقیم خود صرف رابطهٔ (σ) راتشکیل می‌دهد.

۲ - رابطهٔ π : رابطه اشـتراکی بین دو اتوم درمالیکول‌ها میتواند دوگانه ویا سه گانه باشد . این نوع رابطه توسـط بیشـتر از یک جـوره الکترونها تشـکیل می گردد؛بـه طورمثال: در مالیکول آکسـیجن دوگانه O_2رابطه بین دو اتوم آکسـیجن دوگانه ودرمالیکول نایتروجن (N_2) رابطه بین دو اتوم نایتروجن سه گانه است.

اگر تداخل اوربیتال‌های اتومی جانبی باشد، یعنی پوشش ابرالکترونی اوربیتال‌های p جانبی بوده باشد وبالای محور X عمود قرار گیرد ، این رابطهٔ تشکیل شده به نام رابطه π یاد می‌شود .

درمالیکول نایتروجن اوربیتال های Pدواتوم نایتروجن تداخل مسـتقیم را متقبل شده، یک رابطه (σ) را تشـکیل می‌دهند، رابطه که از تداخـل Pz اوربیتال‌های دو اتوم نایتروجن تشـکیل می گردد ، چـون این تداخل اوربیتال‌ها جانبی بوده که بین دو سـاحه پوشـش به وجود می آید واین دو سـاحه دربالاوپایین محور x قرار دارند، رابطهٔ تشـکیل شـده به نام π یـاد میشـود، رابطه‌ی دومی مالیکـول نا یتروجن از تداخل جانبـی اوربیتال‌های Py دواتـوم نایتـروجن به وجود آمده و طوری که گفته شـد، درتشـکیل رابطهٔ تداخل اتوم اوربیتال‌ها جانبی وسسـت بوده؛ بنابراین رابطه سست ونسـبت به رابطهٔ (σ) غیر مستحکم اسـت. اوربیتال‌های نوع pمیتواند هم رابطه πوهم رابطه σ را تشکیل دهند. دررابطه‌های چند گانه حتمی یک رابطه (σ) بوده و رابطهٔ دیگر πاسـت. اشکال ذیل تداخل وپوشش اتوم اوربیتال P_X را در تشکیل روابط مالیکولی افاده می کند.



شکل (3 - 17) : تداخل اوربیتالها وپوشش آن‌هادر مالیکولهای هایدروجن ، کلورین و HCl



فعالیت

نوع روابط بین اتوم‌ها را درمرکبات بعد از ترسیم ساختمان مالیکول‌های ذیل مشخص سازید :

الف- KNO_3 ب- H_2SO_4 ج- $NaCl$

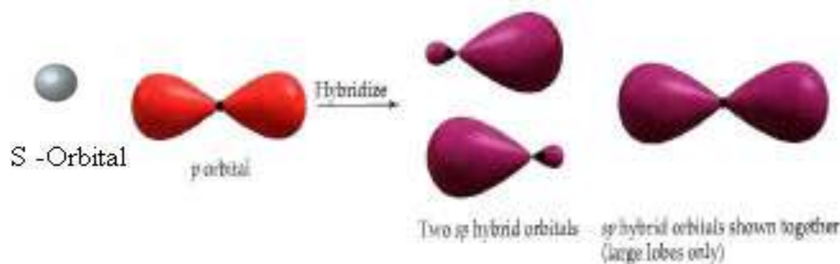
۳-۴-۱:هایبریدیزیشن (Hybridization) وزاویه بین روابط

Hybridization : کلمه Hybrid دریونانی به معنی اختلاط خون بوده، یعنی نسلی که ازدونسل مختلف حاصل شده باشد که مفهوم امتزاج ویا اختلاط را میرساند . در این جا منظـور ازاختلاط دوویا چندیـن اوربیتال اتومی مختلف بوده کـه دو ویا چندین اوربیتال هایبریدی جدید را به میان می‌آورد.

الکترونهای ولانســی اتوم‌هــای عناصر کیمیاوی میتوانــد دراوربیتال s, p, d, f وغیره موجود باشد که دراین صورت تمام اوربیتال‌های ذکرشده از لحاظ انرژی هم ارزش نبوده و روابط آن‌ها نیز هم ارزش نمی‌باشد؛ لاکن تجربه به اثبات رسانیده که در مالیکول‌های که اتوم مرکزی آن‌ها دارای اوربیتال‌های مختلف ولانسی (s , p , d .....) اند، ازلحاظ رابطه هم ارزش میباشــند، این مطلب توســط علما هریک Cleyster و Pamling توضیح گردید . علمای مذکور ارائه داشته اند که اوربیتال‌های که ازلحاظ انرژی اختلاف زیادی نداشــته ودرعین قشر اصلی واقشار اخیر اتوم قرارداشــته باشند مطابق به تعداد اولی شان با هــم Hybridization نمــوده به تعداد اولی خــود اوربیتال‌های هایبرید شــده را تولید می‌نماید که دریک ســطح انرژی قراردارند وعین ســاختمان ابر الکترونی را دارا میباشند، این اوربیتال‌ها به ســمت تشکیل رابطه کش شده وتداخل آن‌ها اعظمی بوده، زمینۀ تشکیل روابط مساعد می‌گردد.

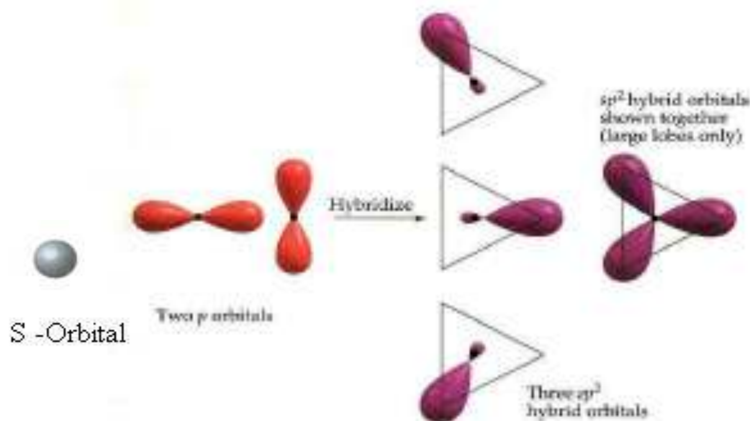
درهایبرید یزیشــن اوربیتال‌های اتومی یک مقدار انرژی به مصرف رســیده ، بنابر آن این اوربیــــتال‌ها بی ثبات به نظرمیرســند ؛ اما دراثنای تشــکیل رابطه انرژی را ازدست داده ، ثبات لازمه را حاصل می‌نمایند

sp هایبریــد: درایــن نــوع هایبریــد یــک اوربــــیتــال S ویک اوربیتــال P با هم امتـــــزاج نموده ، درنتیجه هایبرید $(sp - hybrid)$ تشــکیل می گردد که زاویه ولانســی روابط 180درجه بوده ، مثال آن را میتوان هایبرید sp عناصر Be, Cd, Hg درمرکبات هلوجنیدها ارائه کرد . نتایج تجربی نشــان می‌دهد که Be, Zn, Cd, Hg هایبرید sp را درهلوجنیدها دارا بوده، مرکبات آن‌ها دارای ســاختمان هندسی خطی می‌باشد . سهم s و p هر یک $\frac{1}{2}$ (یکسان) است.



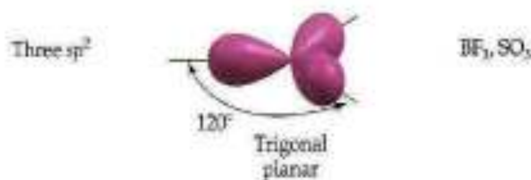
شکل (3 – 18) هایبرید SP :

Sp^2 **ها یبرید یزیشـــن :** در این نوع‌ها یبرید یک اوربیتال s ودو اوربیتا ل p با هم امتزاج حاصل نموده ، درنتیجه سه اوربیتال هایبرید شدهٔ Sp^2 را تشکیل می‌دهند، این اور بیتال‌ها در یک سطح به زاویهٔ 120 درجه نسبت به یک دیگر قرار داشته که سهم s درهراوربیتال Sp^2 مساوی به $\frac{1}{3}$ واز P , $\frac{2}{3}$ می‌باشد و زاویهٔ ولانسی دربین این اوربیتال‌ها 120 درجه است:



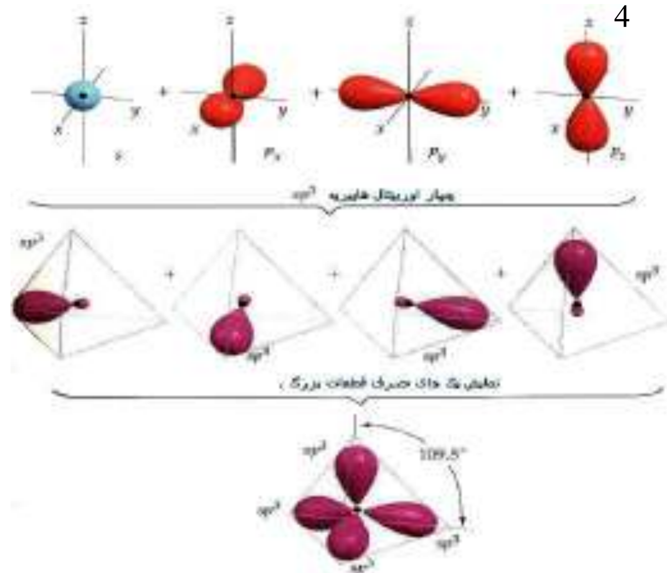
شکل (3 – 19) هایبرید Sp^2:

هایبرید Sp^2 را اتوم‌های کاربن درهایدروکاربن‌های غیرمشبوع فامیل ایتلین دارا اند . درمالیکول BF_3 بورون هایبرید Sp^2 را دارا است:



شکل (3 – 20) هایبرید Sp^2 BF_3:

SP^3 هایبریدیزیشن: این نوع هایبرید یزیشن را اتوم‌های کا ربن در هاید روکاربن‌ها ی مشـبوع دارا بوده وطوری اسـت که یک اور بیتال S با سـه اوربیتال P درنتیجهٔ جذب انـرژی باهم مختلـط گردیده وچهاراوربیتال هایبرید شـدهٔ SP^3 را تشـکیل می‌دهند که مواجـه بـه رأس‌هـای چهار وجهـی بوده وزاویـه بین آن‌هـا 109.5 درجه اسـت . این هایبریدیزیشـن را میتوان در مالیکول CH_4, CF_4 وغیره ملاحظه کرد . سهم S در SP^3 $\frac{1}{4}$ وسهم P درآن $\frac{3}{4}$ است .



شکل (3 – 21) هایبرید SP^3 :

درهایبریدیزیشن اوربیتال‌های نیمه پرشده ویا اوربیتال‌های پرشده مکمل سهم داشته ، مالیکول اوربیتال راتشکیل می‌دهد؛ به طور مثال : در اتوم نایتروجن اوربیتال‌های 2P باداشتن یک الکترون و2S با داشتن دو الکترون سهم گرفته اند .

در هایبرید یزیشـن نه تنها اوربیتال‌های S و P سـهم گرفته ؛ بلکه اوربیتال‌های f , d نیز سـهیم میباشند . درجدول ذیل اشـکال مختلف مالیکول‌ها وآیون‌های که از اوربیتال‌های خالص و اوربیتال‌های هایبرید شده تشکیل گردیده اند ، ارائه شده است.



معلومات اضافی

جدول (3 – 6) ساختمان فضای مالیکول‌ها وآیون‌ها و هایبرید در آن‌ها :

نمونه	شکل هندسی مولکول	شکل مولکول	فرمول	L پیوندی NL غیرپیوندی	ساختار هیبریدی	[illegible]	تعداد زوج الکترون‌ها A دارد
$HgCl_2$, CdI_2, $Ag(CN)_2^-$		خطی	AX_2	2L	2	خطی sp	2
BF_3, CO_3^{2-}, ClO_3^-, NO_3^-		مثلث مساوی الاضلاع	AX_3	3L	3	مثلثی واقع در صفحه sp^2	3 (+1 electron برای NO_2)
$SnCl_2$, $PbCl_2$, SO_2, NO_2		شکل V	AX_2	2L-1NL	2		
P_4, CH_4, NH_4^+, $Ni(CO)_4$		چهاروجهی	AX_4	4L	4	چهاروجهی منظم sp^3	4 (+1 electron برای ClO_2)
NH_3, H_3O^+, PH_3		هرمی مثلثی	AX_3	3L-1NL	3		
H_2O, H_2S, ClO_2, SCl_2		شکل V	AX_2	2L-2NL	2		
PCl_5, $SbCl_5$, $Fe(CO)_5$		دوهرمی مثلثی	AX_5	5L	5	دوهرمی مثلثی منظم sp^3d یا dsp^3	5
SF_4, $TeCl_4$		چهاروجهی نامنظم	AX_4	4L-1NL	4		
ClF_3, BrF_3		شکل T	AX_3	3L-2NL	3		
ICl_2^-, I_3^-		خطی	AX_2	2L-3NL	2		
SF_6, $PtCl_6^{2-}$, FeF_6^{3-}, SiF_6^{2-}, AlF_6^{3-}, $Fe(CN)_6^{3-}$, $Cr(CO)_6$		هشت وجهی	AX_6	6L	6	هشت وجهی منظم sp^3d^2 یا d^2sp^3	6
ClF_5, BrF_5, IF_5		هرمی با قاعده مربع	AX_5	5L-1NL	5		
ICl_4^-, BrF_4^-		مربع در سطح	AX_4	4L-2NL	4		



فعالیت

بادرنظرداشت ساختمان مالیکولی مرکبات وترسیم آن‌ها ، هایبریدیزیشن آکسیجن را درمالیکول آب وهایبریدیزیشن اتوم‌های کاربن شماره 1-4 را درمالیکول $\overset{4}{C}H_3-\overset{3}{C}H=\overset{2}{C}=\overset{1}{C}H_2$ مشخص سازید .



خلاصهٔ فصل سوم

*قــوهٔ جاذبه بین اتوم هارا دریک مالیکول به نام رابطهٔ کیمیاوی (Chemical bond) یاد می‌نمایند.

*ولانس نوعی از خاصیت اتوم‌های عناصر بوده که تعداد معین اتوم‌های دیگررا نصب ویا تعویض می‌نمایند، یابه عبــارهٔ دیگر: قوهٔ اتحاد اتوم‌های عناصر کیمیاوی را در تعاملات به نام ولانس اتوم همان عنصر یاد می‌نمایند.

*انرژی یک رابطهٔ کیمیاوی عبارت ازهمان مقدار انرژی است که دراثنای تشکیل مالیکول ازدو اتوم آزاد می گردد.

*قابلیت کشش ابر الکترونی جوره‌های الکترونی را توسط اتوم به نام الکترونیگاتیو تیی یاد می‌نمایند که به EN افاده می گردد.

*انــواع روابط مالیکولها ، صفات مالیکول هارا مشـــــخص می‌ســازد . نقطهٔ غلیان ونقطهٔ ذوبان مستقیماً به روابط اتوم‌ها در مالیکول‌ها مربوط است .

*درقطع هومولتیکی هر اتوم الکترون خودرا که درتشـــکیل رابطه سهیم بوده ، دوباره اخذ نمــوده وهرذره دارای الکترون طاقه بــوده که این ذرات را به نام رادیکال (Radical) یاد می‌نمایند .

قطع رابطه‌ای که درآن جوره الکترون‌های رابطه به یک اتوم الکترونیگاتیف تعلق می گیرد وآیون‌های دارای چارج مختلف تولید می گردد ، به نام قطع هترولیتکی یاد می‌شود .

* اگرپوشــش ابرهای الکترونی به امتداد خطی که هسته‌های دو اتوم را وصل می‌سازد ، صورت بگیرد ؛ یعنی تداخل اوربیتال‌ها مســتقیم واعظمی باشــد ، رابطه مستحکم بوده وبه نام رابطهٔ سگما (σ) یاد می‌شود،

اگرتداخل اوربیتال‌های اتومی جانبی باشــد ؛ یعنی پوشــش ابرالکترونـــی اوربیتال‌های P جانبی بوده باشــد وبالای محور X عمود قرارگیرد ، این رابطهٔ تشــکیل شــده به نام رابطه π یاد می‌شود

* هایبریدیزیشــن (Hybridization): عبارت ازاختلاط دوویا چندین اوربیتال اتومی

مختلف بوده که دو ویا چندین اوربیتال هایبریدی جدید را به میان می‌آورد .

*رابطه آیونی : رابطهٔ آیونی نوعی ازرابطهٔ کیمیاوی است که درنتیجهٔ قوه جذب الکتروستاتیکی بین ذرات چارج دار مخالف العلامه برقرارمی گردد . رابطه بین دو اتوم زمانی برقی یا الکتروولنت است که تفاوت الکترونیگاتیویتی بین این دو اتوم(1.7) وبالاتر از آن باشد. مرکبات آیونی ویامرکبات الکتروولنت متشکل ازآیون‌ها می‌باشد .

*اگر تفاوت الکترونیگاتیوتی بین دو اتوم صفر ویا کمتراز 0,5 باشد ، رابطه بین این دو اتوم غیر قطبی (Non polar bond) بوده وبالاتراز 0.5 الی یک رابطه قطبی است . درصورتی که تفاوت الکترونیگاتیویتیی بین دو اتوم عناصر 1 الی 1.7 باشد ، رابطه بین آن‌ها تقریباً 50 % قطبی و 50 % آیونی بوده واگر بالاتر از 1.7 باشد رابطه آیونی است.

تمرین فصل سوم

سؤالات چهار جوابه :

1 – روابط کیمیاوی به اساس کدام فکتورهای اتوم‌ها بر قرار می گردد؟

الف – قوهٔ واندر – والس ب – قوهٔ ولانسی ج – به واسطهٔ الکترون‌های داخلی

د – هیچکدام

2 – قوه جذب بین اتوم هارا در یک مالیکول به نام -------- یاد می‌نمایند.

الف – ولانس ب – رابطه ج – الکترونیگاتیویتی د – سمبول

3 – در موقع تشکیل رابطه انرژی ------- می گردد .

الف – جذب ب – آزاد ج – تشکیل د – رابطه به انرژی احتیاج ندارد.

4 – از اختلاط یک اوربیتال s و دواوربتال p کدام هایبرید ذیل تشکیل می گردد؟

الف – $sp3$ ب – sp ج – sp^2 د – sdp^2

5 – از قطع رابطه به شکل هومولیتکی کدام یکی از ذرات ذیل تشکیل می گردد؟

الف – کتیون ب – انیون ج – رادیکال د – الف وب هردو

6 – اگر تفاوت الکترونیگاتیویتی بین دواتوم 1.4 باشد، رابطه ------ است.

الف – 50% قطبی و50% ایونی ب– ایونی ج – اشتراکی قطبی د – غیر قطبی

7 – اگر جوره‌های الکترون‌های مشترک تنها ازطرف یکی از اتوم‌ها که دررابطه سهم

می گیرند، تهیه شده باشد ،این رابطه به نام ------ یاد می‌شود

الف – رابطه کواردینیشن ب – اشتراکی یک طرفه ج – کواردینت کولنت، د– تماماً صحت است.

8 – اگر تداخل اوربیتال‌های اتومی جانبی باشد ، یعنی پوشش ابرالکترونی اوربیتال‌های P جانبی بوده باشد وبالای محور X عمود قرارگیرد ، این رابطهٔ تشکیل شده به نام رابطهٔ---- یاد می‌شود .

الف – سگما ب – پای ج – یگانه د – دوگانه ویا چهارگانه

9 – اگر تفاوت الکترونیگاتیویتی بین دو اتوم صفر ویا کمتراز ۰,۵ باشد ، رابطه بین این دو اتوم ----- است .

الف – غیر قطبی ب – Non polar bond ج – ایونی د – الف و ب

10 – زاویه روابط کیمیاوی عبارت از زاویه داخلی حاصل ازتقاطع دوخط است که ازهسته اتوم مرکزی به هسته‌های دو اتوم مرتبط شده ، به ----- ترسیم می گردد

الف – دو اتوم ب – مرکزی ج – بین اتومها د – بین دو آیون

11 – کدام یک از علما ی ذیل مستقل ازهم د یگر تیوری روابط کیمیاوی را ارایه کرد؟

الف – (کوسیل Kocell) و(لیویس Liwes) ب – سودی وفاینس ج – نیوتن وفارادی د – هایزنبرگ و ایواننکه

سؤالا ت تشریحی :

1 – تشکیل روابط یک پروسهٔ گرما زا است ویا جذب کنندهٔ گرما می‌باشد ؟ در مورد معلومات ارائه نمایید.

2 – دریک رابطه اشتراکی کدام عوامل باعث نزدیکی دو هسته می‌شود ؟

3 – چرا دوعنصر غیر فلز رابطه آیونی را بر قرار کرده نمی‌توانند؟ در باره معلومات ارائه بدارید.

4 – بادر نظر داشت قاعدهٔ اوکتیت، فورمول مرکباتی را که از عناصر ذیل تشکیل گردیده اند ، تحریر دارید .

الف – هایدروجن وسلفر ، ب – هایدروجن وفاسفورس ، ج – سلفر وفلورین .

5 – چرا عناصر پریود دوم نمی‌توانند بیشتر از چهار رابطه را بر قرار نمایند؟

6 – فرق بین رابطه سگما وپای را توضیح دهید.

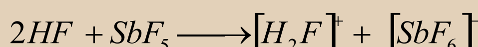
7 – کدام یک از مرکبات ذیل انحلالیت بیشتر را در آب دارا است؟

الف – MgF_2 ویا BaF_2 ب – $MgCl_2$ ویا MgF_2

8 – رابطهٔ کدام یک از مرکبات ذیل بیشـتر قطبی اسـت ؟ با دلایل علمی معلومات ارایه نمایید.

الف – Hg – I ، ب – P – Cl ، ج – Si – F ، د – Mg – N

10 – تعامل ذیل را ملاحظه نمایید:



$$2HF + SbF_5 \longrightarrow [H_2F]^+ + [SbF_6]^-$$

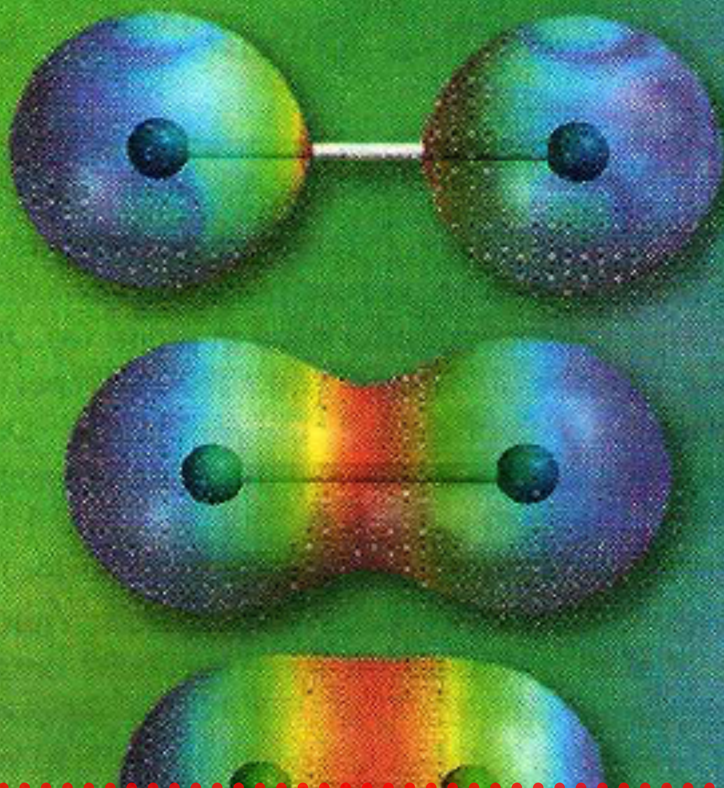
الف – هایبرید را در مواد تعامل کننده ومحصول تعامل در یافت نمابد.

ب – هایبرید فلورین را در $[H_2F]^+$ توضیح نمایید.

11– رابطه کواردینیشن را توضح نماید .

12 – هابیرید SP^2 را با یک مثال توضیح نماید.

13 – المونیم کلوراید در حالت گازی به کدام شکل موجود بوده ، علت آن چیست؟



ساختمان مالیکول‌ها و قطبیت آن ها

آیا میدانید که مالیکول‌ها چطور تشکیل گردیده اند؟ از اتحاد اتوم‌های عناصر به اساس قوهٔ ولانسی شان کدام ذرات تشکیل می گردد ؟ چرا اتوم‌ها میتوانند مالیکول‌ها را تشکیل دهند ؟ الکترون‌های ولانسی چیست؟ آیا اتوم‌ها ومالیکول‌های تشکیل شدهٔ آن‌ها از لحاظ انرژی از هم فرق دارند یا خیر؟ ساختمان واشکال هندسی مالیکول‌ها را چطور میتوانیم توضیح کنیم ؟ چه وقت مالیکول‌ها قطبی بوده و مالیکول‌های کدام مواد قطبی شده میتوانند ؟با مطالعهٔ مطالب این فصل خواهیم توانست تابه سؤالات فوق جواب ارائه کرد و راجع به تشکیل مالیکول‌ها ، ساختمان وشکل هندسی آن‌ها معلومات کافی به دست آورد، چگونه گی عوامل تشکیل دهندهٔ مالیکول‌ها را از اتوم‌های تشکیل دهندهٔ شان دانست.

۴ - ۱: قشر ولانسی اتوم مرکزی مالیکول‌ها

چه فکر میکنید؟ اتوم مرکزی در مالیکول‌ها چه نوع اتوم‌ها اند؟

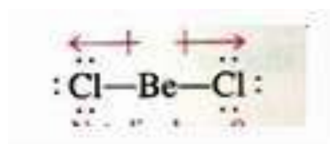
اتوم‌هـــای مرکزی در مالیکول‌ها عبارت از همان اتوم‌هایی اند که بلند ترین نمبر اکسیدیشـــن مثبـــت و ولانـــس را در مالیکول‌های مرکبات دارا باشـــند . این اتوم‌ها می‌تواننـــد رابطهٔ آیونی، اشـــتراکی ویا اشـــتراکی یک طرفه را بااتوم‌های عناصر دیگر برقرارنمایند؛ تشکیل همچو روابط مربوط به ساختمان قشر ولانسی؛ یعنی قشر خارجی اتوم‌های این نوع عناصر بوده که الکترون‌های ولانسی در آن‌ها قرار دارند . رابطه بین اتوم‌ها در مالیکول‌ها میتواند آیونی و یا اشتراکی باشد. در تشـــکیل رابطهٔ آیونی، بین آیون‌های چارج دار مخالف العلامه قوهٔ جذب الکتروستاتیکی موجود بوده و ســـاحهٔ برقی را که آیونها تشکیل می‌دهند دارای تناظر کروی می‌باشد؛ از این سبب رابطهٔ آیونی بدون جهت است.

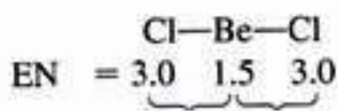
زمانی که اتوم‌ها با هم نزدیک می گردند ، اتوم اوربیتال‌های آن‌ها با هم تداخل نموده و مالیکول اوربیتال‌ها را تشکیل می‌دهند . اگر جوره الکترون رابطه وی مالیکول اوربیتالی را باداشتن انرژی پایین اشـــغال نمایند ، دراین صورت رابطهٔ کوولنت را تشکیل می‌دهند. به اساس قاعدهٔ هوند سپین‌های این دو الکترون حتماً مخالف الجهت می‌باشند. به هر اندازه که تداخل اوربیتال‌های اتومی مستقیم وعمیق باشد ، به همان اندازه کرکتر ومشخصات مالیکول اوربیتال‌های آن‌ها عالی بوده و رابطه بین دو اتوم زمانی مستحکم می‌باشد که تداخل اوربیتال‌های اتومی مستقیم و پوشش اتوم اوربیتالها بین هم اعظمی باشـــد، دراین صورت ســـمت یابی فضایی رابطهٔ کوولنت عالی می‌باشد. شکل مالیکول‌های دارندهٔ رابطهٔ کوولنت توسط زاویه بین روابط اتوم‌های تشکیل دهندهٔ آن‌ها مشخص می گردد . مالیکول‌های BCl_3 و NH_3 دارای اشکال مختلف مالیکولی است.

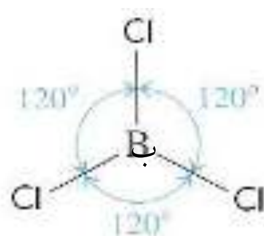
کدام علتی موجود اســـت که مالیکول بیریلیم کلوراید ($BeCl_2$) خطی بوده ودای پول مومنت آن مســـاوی به صفر است؟ در حالیکه مالیکول $SnCl_2$ ساختمان مالیکولی زاویوی مسطح را دارا اســـت و دای پول مومنت آن خلاف صفر می‌باشد. چی علتی موجود خواهد بود؟ که در BCl_3 شکل (۴-۱) هر چهار اتوم در یک سطح قرار داشته باشد به همین ترتیب اتوم نایتروجن در امونیا در رأس هرم و سه اتوم‌های هایدروجن در کنج‌های هرم قرار دارند . اشکال ساختمانی ذیل را ملاحظه نمایید :

الف

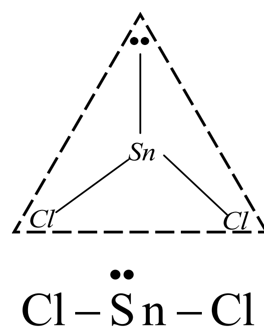




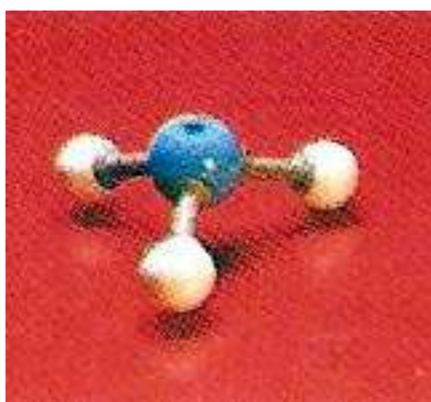


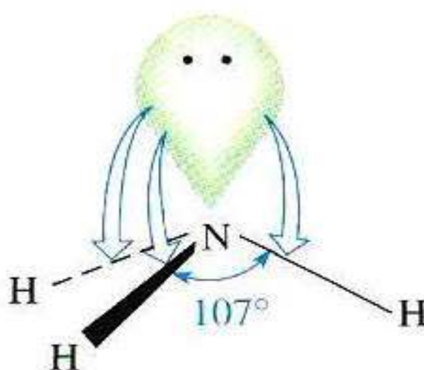






$Cl-\ddot{S}n-Cl$





شکل (4 – 1) شکل مالیکولی مرکب بیریلیم کلوراید، بورون کلوراید و امونیا



فعالیت

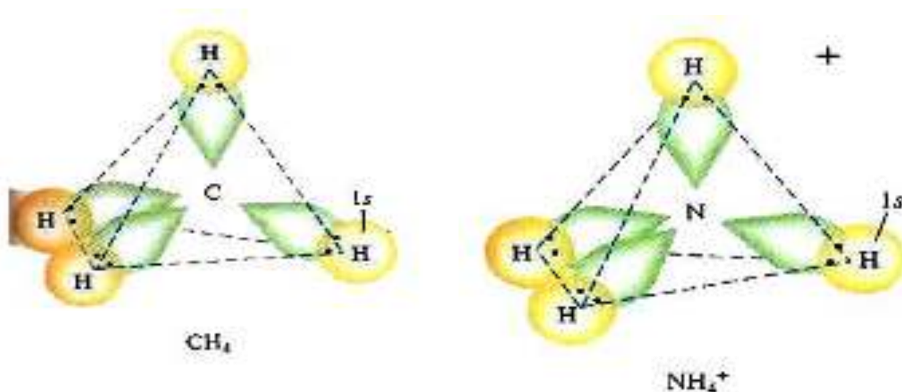
شکل فضایی مالیکول SO_3 تحریر وبه سؤالات ذیل جواب ارایه نمایید.

1 - چند جوره‌های الکترونی اتوم سلفر را احاطه می‌نماید؟

2 - تنظیم فضایی روابط را ترسیم نمایید.

تیوری ساختمان هند سی مالیکول‌ها ی ساد ه وکمتر دقیق در سال 1940 توسط دانشمندان به نام سژویک و پاولی پیشنهاد گردید، این تیوری مانند تیوری دفع جوره های الکترونی ولانسی آشکار گردیده است . علمای طرح کنند ۀ این تیوری ساختمان هندسی مالیکول‌های ساده وآیون‌های ساده را ازقبیل: $BeCl_2$، BCl_3، NH_3، NH_4^+ و CH_4 تحلیل نموده اند . علمای مذکور دریافت نمودندکه موجودیت جوره الکترون‌های آزاد اطراف اتوم‌های مرکزی در مالیکول‌ها ی مرکبات با عث دفع جوره‌های الکترونی رابطوی متقابل مالیکول‌ها گردیده وبین آن‌ها قوۀ دفع الکتروستاتیکی موجود است، این قوه اوربیتال‌های مالیکولی را تاحد معین از هم دور ساخته و هر یک از جوره‌های آزاد الکترونی اتوم مرکزی اوربیتال خود را در مالیکول اشغال می‌نماید واین الکترون‌ها نیز جوره‌های الکترونی دیگر را از خود دفع می‌نمایند وبه صورت عموم بالای ساختمان مالیکول‌ها تأثیرات خود را تبارز می‌دهند .

اشکال فضایی مالیکول CH_4 وآیون NH_4^+ قرار ذیل است:



شکل (4 – 2) : رسم ساختمان فضایی آیون امونیم و مالیکول میتان .

فعالیت

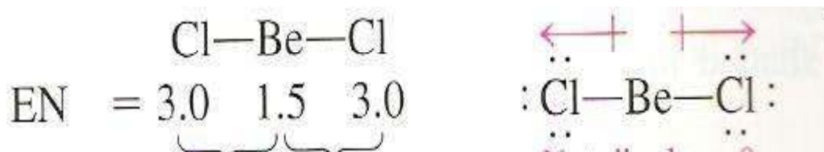
1 - چند الکترون را اتوم زینون برای تشکیل روابط در مالیکول XeF_4 به کار می‌برد ؟ وچند جوره الکترون بالای اتوم زینون درمالیکول مذکور موجود خواهد بود ؟ کدام شکل هندسی را مالیکول دارا خواهد بود ؟

2– طرز روابط را درمالیکول XeF_2 ، XeF_3 و XeF_6 توسط شکل توضیح وتحریر دارید .

۴ – ۲ : مالیکول‌های خطی (دو جوره الکترونی)

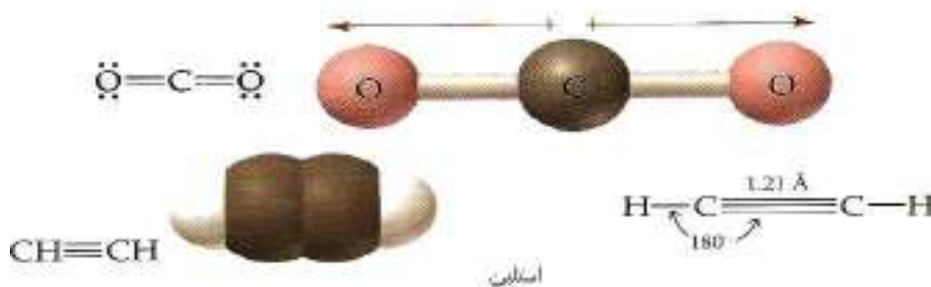
کدام نوع مالیکول هارا به نام مالیکول هاخطی یاد می‌نمایند؟ مالیکول‌های خطی چه مفهوم را ارائه میدارد ؟

مالیکول گازی بیریلیم کلوراید ($BeCl_2$) خطی است . بیریلیم در گروپ (II) اصلی قرار داشته ودر قشر ولانسی آن دو الکترون موجود است که میتواند دو رابطهٔ کوولانت را تشکیل دهد .تنظیم خطی اتوم‌ها در مالیکول‌ها تجرید اعظمی دو جورهٔ الکترونی را از یک دیگر تأمین مینمایید.



شکل (4 – 3) ساختمان خطی مالیکول بیریلیم کلوراید

مثال دیگر مالیکول‌های خطی عبارت از مالیکول استیلین، کاربن دای اکساید و غیره بوده که اشکال آن‌ها قرار ذیل است:



شکل (4 – 4) ساختمان خطی مالیکول‌ها



فعالیت :

1 - سه پوقانه را پر از هوا نموده ،آن‌هارا به شکل خطی باهم قرار دهید ، به قسمت بالای انجام وانتهای پوقانه‌های کروی فشار وارد نمایید ، تنظیم کره‌ها را مشاهده نموده، چشم دید تان را در کتابچه‌های تان تحریر کنید.

2 - اگر پوقانهٔ چهارمی به آن‌ها علاوه گردد ، دراین صورت تنظیم آن‌ها چگونه خواهد بود؟

۴ – ۳ : مالیکول‌های مسطح (سه جوره الکترونی)

چه فکر میکنید ؟ آیا مالیکول‌های دارای شکل مسطح مرکبا ت موجود خواهد بود ؟

درین نوع مالیکول‌ها سه جوره الکترون‌ها در یک سطح واقع بوده و به رأس‌های مثلث سمت دهی گردیده اند.



توجه نمایید .

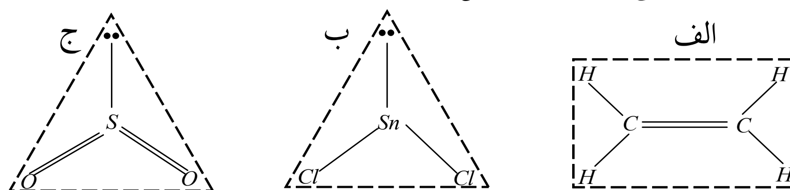
اگر به اطراف اتوم مرکزی مالیکول مرکبات سه جوره الکترون قرار داشته باشد ، درین صورت روابط در یک سطح قرار داشته وزاویه بین آن‌ها 120 درجه بوده و سه اتوم در رأ س مثلث به اطراف اتوم مرکزی قرار دارند ، چنین نوع ساختمان مالیکولی را به نام مستوی مثلثی یاد می‌نمایند ، مثال این نوع مالیکول هارا میتوان ساختمان مالیکول BF_3 ارائه کرد. اشکال ذیل را ملاحظه نمایید:



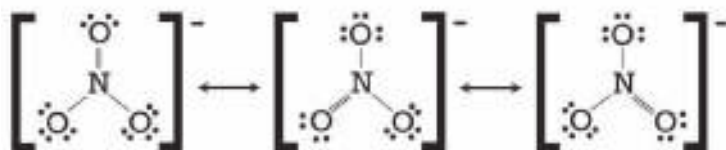
شکل (4 – 5) ساختمان مثلثی مالیکول بورون فلوراید.

بورون عنصری است که در گروپ III اصلی جدول پریودیک موقعیت دارد ، این عنصر دارای سه الکترون ولانسی بوده و سه رابطه اشتراکی را با اتوم‌های عناصر دیگر برقرار می‌نمایید .

دای پول مومنت مرکب $SnCl_2$ خلاف صفر است که دلالت بر غیر خطی بودن مالیکول‌های آن می‌نماید ، علت آن این است که قلعی (عنصر قلعی در گروپ IV سیستم پریودیک قرار دارد) غرض تشکیل روابط تنها دو الکترون را از جملهٔ چهار الکترون به کار میبرد ، جوره الکترون‌های آزاد و جوره الکترون‌های رابطه وی ازهم دورشده و مالیکول دارای ساختمان مسطح سه کنجی (مثلثی) را تشکیل می‌دهد . به اساس این تنظیم الکترونی، زاویه بین جوره‌های الکترونی رابطوی خورد و زاویه بین الکترون های آزاد و جوره رابطوی اعظمی بوده و قوهٔ دفع بین آن‌ها اصغری می‌باشد. اشکال ذیل را ملاحظه نمایید.



د



شکل (4 - 6) ساختمان مالیکول $CH_2 = CH_2$ ، $SnCl_2$ ، SO_2 و آیون NO^-_3



فعالیت

ساختمان هندسی مالیکول BrF_3 را ترسیم نموده وبه اساس آن به سؤالات ذیل جواب بگویید.

1 – اتوم برومین چند الکترون را در تشکیل روابط در مالیکول مرکب مذکور به مصرف رسانیده است ؟

2 – چند جوره از الکترون‌های آزاد در اتوم برومین موجود است ؟

3 – مجموع جوره‌های الکترونی اتوم برومین چقدر خواهد بود ؟

4 – تنظیم روابط را در مالیکول مذکور ترسیم نموده و نام این ساختمان را بگوید .

۴ – ۴ : مالیکول‌های چهار سطحی (چهار جوره الکترون)

در بارهٔ مالیکول‌های خطی ومسطح معلومات حاصل نمودید ، چه فکر میکنید که آیا مالیکول‌های چهار سطحی نیز موجود خواهد بود ؟ درین نوع مالیکول‌ها اتوم مرکزی کدام نوع ساختمان الکترون را دارا خواهد بود ؟

درمالیکول‌های چهاروجهی ، چهار جورهٔ الکترونی به رأس‌های چهار سطحی سمت دهی گردیده است.

مالیکول های CH_4 ، NH_3 ، H_2O وآیون NH_4^+ دارای چهار جورهٔ الکترونی به دور اتوم مرکزی خود میباشند این جوره‌های الکترونی به شکل مستقل از هم دیگر یا به شکل جوره‌های آزاد ویا به شکل جوره‌های الکترونی در تشکیل روابط موجود اند . بین این جوره‌ها قوهٔ دفع موجود است ؛ برای این که این قوهٔ دفع اصغری بوده باشد ، اوربیتال‌های مالیکولی آن‌ها طوری تنظیم می گردند که زاویه بین آن‌ها بزرگ بوده واتوم‌ها ی مرتبط شده با اتوم مرکزی از هم دور قرار میگیرند . جوره‌های الکترونی تشکیل دهندهٔ روابط و جوره‌های آزاد الکترونی در رأس‌های چهار سطحی توجه گردیده است ، شکل 4 – 6 را ملاحظه نمایید .

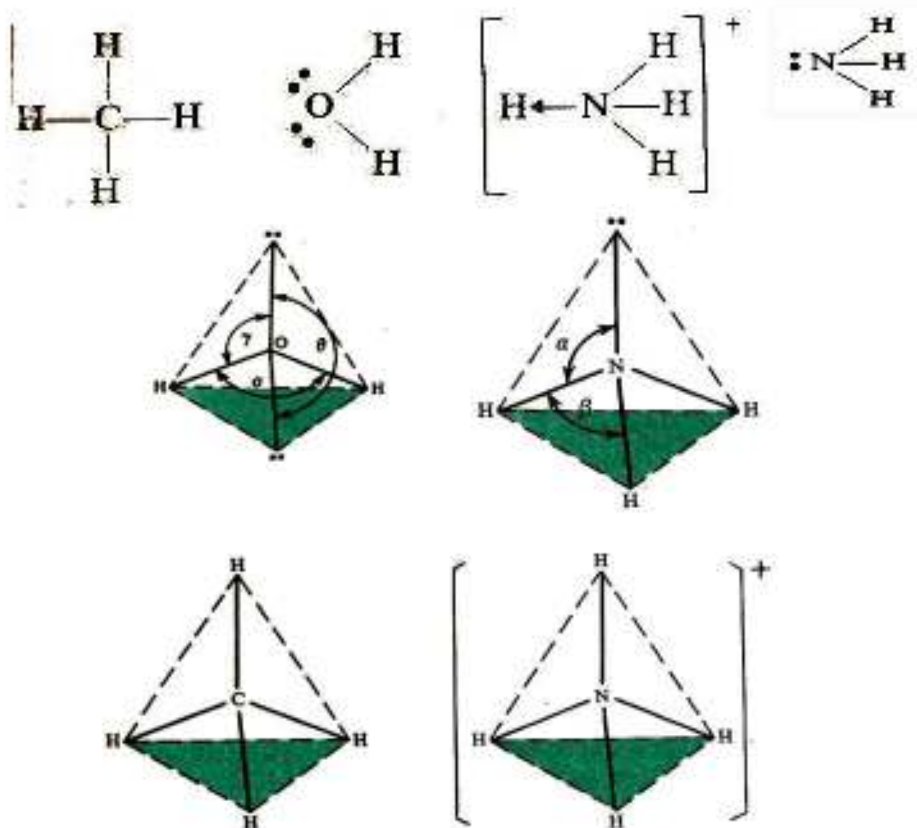
در تمام مالیکول‌ها ، اتوم‌ها در رأس چهار سطحی قرار نمی گیرد . در CH_4 و آیون NH_4^+ اتوم‌ها مالیکول چهار سطحی را تشکیل داده ، اما مالیکول NH_3 شکل ترای گونال پیرامید را دارا است . مالیکول آب ساختمان زاویوی را دارا می‌باشد . در مالیکول CH_4 وآیون NH_4^+ تمامی روابط بین اتوم‌ها یک سان است .

علاوه از روابط کوولانسی ، روابط دیگری نیز بین اتوم‌ها در مالیکول‌ها موجود است که به نام روابط کواردینیشن یاد می گردد ، این روابط با روابط کولانسی فرقی نداشته وعین ارزش را دارا است . درمالیکول‌های که روابط کواردینیشن بین اتوم‌های آن موجود است ، همچو مالیکول‌ها ساختمان چهار سطحی را دارا بوده و زاویهٔ روابط اتوم‌ها در همچو مالیکول‌ها 109.5 درجه زاویهٔ تترا هایدرال ولانسی است . در امونیا زاویه بین روابط مساوی به 107 درجه ودر آب 104.5 درجه است . برای این نوع انحرافات خارج از انتظار نظریهٔ زوایای ولانسی ، علما هریک ژیلیسپی (Jillespi) و نایهولم (niholm) تیوری دفع جوره‌های الکترونی ولانس را پیشنهاد کرد . چون جوره‌های آزاد الکترونی اتوم‌ها نسبت به جوره الکترون‌های تشکیل دهندهٔ رابطه به هسته نزدیک است ، ازاین سبب این جوره‌های الکترونی به شکل قوی از جوره‌های دیگر دفع می گردند .

دفع بین جوره‌های الکترونی قرار سلسلهٔ ذیل تغییر می‌نماید :

جورهٔ رابطه وی / جورهٔ رابطه وی $<$ جورهٔ رابطه وی / جورهٔ آزاد $<$ جورهٔ آزاد/جورهٔ آزاد

قوهٔ دفع بین جوره‌های آزاد الکترونی وجوره‌های الکترونی روابط در امونیا NH_3 سبب می‌شود تا زاویهٔ α نسبت به زاویهٔ چهار سطحی (109.5درجه) بزرگ بوده و زاویهٔ β کوچکتر از زاویهٔ چهار سطحی باشد. اشکال ذیل را ملاحظه نمایید.

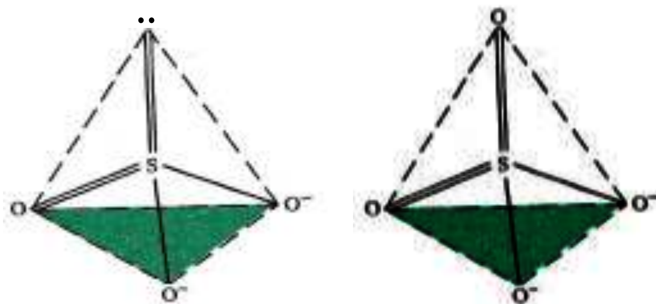


شکل (4 – 7) روابط کیمیاوی در مالیکول CH_4، NH_3، H_2O وآیون NH_4^+

ترتیب جوره‌های الکترونی ولانسی در چهار سطحی

مطابـق به توضیحات فوق ، در مالیکول آب زاویه های γ و ϕ نسـبت به 109.5 درجه بزرگتر بوده و زاویهٔ α بین روابط $H-O-H$ مساوی به 104.5^0 است .

ساختمان آیون های SO_4^{2-}، SO_3^{2-} نیز تتراهاید را ل (Tetrahydral) بوده که در شکل ذیل ملاحظه می گردد:



شکل (4 - 8) ساختمان آیون‌های های. SO_4^{2-} و SO_3^{2-}.



فعالیت

تنظیم روابط را با ترسیم اشکال در مرکبات ذیل با توضیحات لازمه عملی نمایید :

الف - XeF_2 ب - XeF_6 ج - XeO_3



معلومات اضافی

ساختمان مالیکول‌های دارندهٔ چندین(5 ، 6 و 7) جوره‌های الکترونی ولانسی نیز موجود بوده ، این نوع ساختمان را مالیکول‌های دارا اند که اتوم مرکزی آن‌ها عناصر پریود کوتای دوم وسوم اند ، دراین مورد راجع به پوره نمودن اوکتیت سخن زده می‌شود .

مالیکول مرکب PCl_5 با داشتن پنج جورهٔ الکترونی رابطه وی دارای ساختمان ترای گونال پیرامید می‌باشد . زاویه بین روابط 90^0 و 120^0 بوده ودو اتوم کلورین در مالیکول در میانهٔ پیرامید اخذ موقعیت نموده وسه اتوم دیگر آن موقعیت استوایی بی پیرامید را اشغال نموده است .

به همین ترتیب جوره الکترونی در SF_4 نیز تنظیم گردید است . شکل (4 –9) را ملاحظه نمایید.

سلفر عنصری است که در گروپ VI اصلی قرار دارد ، از جملهٔ شش الکترون ولانسی چهار الکترون را برای تشکیل روابط به کار برده واز آن یک جورهٔ الکترونی آزاد باقی می‌ماند، این جوره الکترونی آزاد ممکن در موقعیت میانهٔ عمودی قرار داشته و یا این که موقعیت استوایی را اشغال می‌نمایید ، استقرار آن‌ها در موقعیت استوایی با تیوری ژیلیسپی (Jillespi) و نایهولم (niholm) مطابقت دارد که اوربیتال جوره الکترون‌های آزاد نسبت به اوربیتال‌های رابطه وی نزدیک تر به هسته متمرکز گردیده اند . جوره الکترونی در این تنظیم زاویه 120^0 با دو اوربیتال وتحت زاویهٔ 90^0 بادوی دیگر قرار دارد .













شکل (4– 9) تنظیم Trigonal Bipyramid جوره های الکترونی ولانسی در بعضی مرکبات .

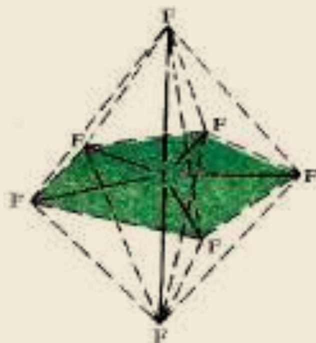








مالیکول های IF_7 دارای هفت اوربیتال به اطراف اتوم مرکزی بوده وتنظیم روابط به شکل پنتاگونال بی پرامید می‌باشد . شکل ذیل را ملاحظه نمایید:



شکل (4 – 11) ساختمان پنج کنجی – منشوری



فعالیت

اشکال ذیل را به دقت ملاحظه نموده به سؤالات تحریر شدهٔ زیر جواب ارائه بدارید:







شکل (4 – 12) فورمول و ساختمان فضایی پنتافلورو فاسفیت

1 – ساختمان مالیکول مرکب مذکور به کدام ساختمان هندسی مطابقت دارد؟

2 – هایبرید فاسفورس درین مرکب کدام است؟

3 – زاویهٔ ولانسی بین روابط فلورین به کدام اندازه خواهد بود ؟ فلورین در تشکیل روابط کدام نوع اوربیتال‌ها را به کار برده است؟

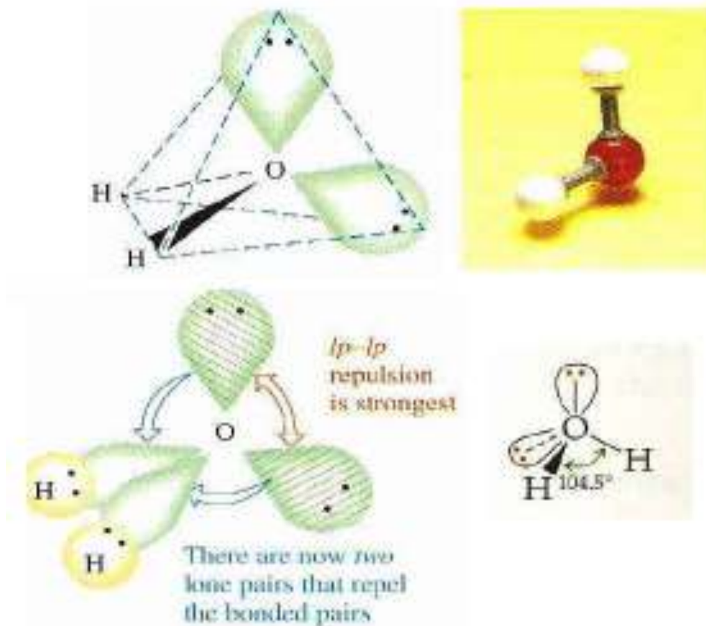
۴ –۵ : ساختمان مالیکول آب

مالیکول آب غیر خطی است .

مالیکول آب دارای دای پول مومنت بوده ، اگر مالیکول آب خطی می‌بود ، درین صورت دای پول مومنت روابط O– H متقابلا" بایک دیگر تلافی می‌شد ، دای پول مومنت مالیکول آب مساوی به صفر می‌بود و مالیکول آن قطبی نمی‌بود . پدیدهٔ دای پول مومنت توسط اوربیتال اتومی مشخص می گردد که در تشکیل رابطه سهیم می‌باشد .

اگر آکسیجن برای تشکیل روابط دو اوربیتال p را به کار برده باشد، باید زاویهٔ روابط آن با هاید روجن در مالیکول آب 90^0 باشد . مطا لعات و تحقیقات علمی نشان می‌دهد که عملاً زاویهٔ مذکور مساوی به 104.5^0 درجه است . در مالیکول آب اتوم آکسیجن دارای حالت sp^3 هایبرید بوده که در آن دو جوره الکترون رابطه وی ودوجوره الکترون آزاد موجود می‌باشد

. (شکل 4 –13) را ملاحظه نمایید:



شکل (4 – 13) –sp^3 hybridization اوربیتال در مالیکول آب .

تفاوت بین کمیت زاویهٔ ولانسی آب (104.5) و زاویهٔ تترا هایدری (109.5°) طوری توضیح می گردد که قوهٔ دفع بین جوره‌های الکترونی آزاد نسبت به جوره‌های الکترونی رابطه وی اوربیتال‌ها بزرگ بوده ؛ ازاین سبب این زاویه‌ها از هم فرق دارد .

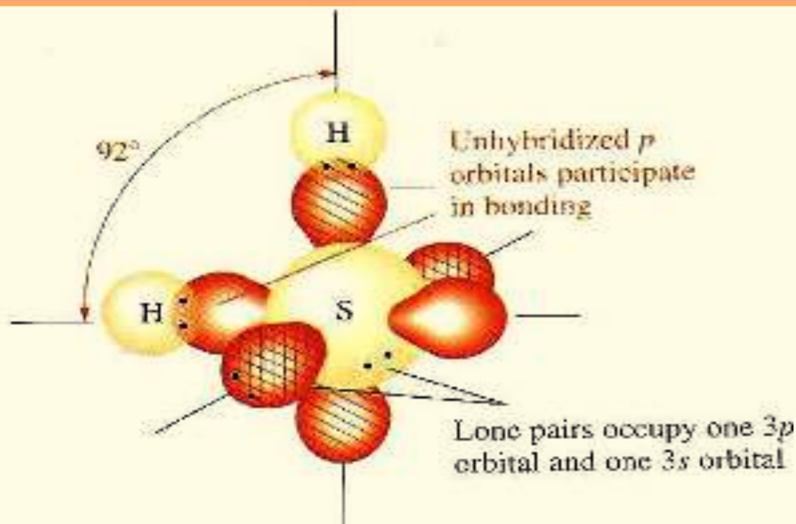
فعالیت اول

تنظیم روابط وساختمان مالیکول‌ها را در مرکبات ذیل توضیح نموده شکل هندسی مالیکول‌ها را تحریر دارید .

الف – F_2O ب – $SeCl_4$ ج – ICl_3 د – $COCl_2$

فعالیت دوم

شکل ذیل را ملاحظه نموده به سؤالات مربوط آن که در زیر تحریر شده است، جواب ارائه بدارید .



شکل (4 - 14) اشکال اوربیتالی سلفر وهایدروجن در هایدروجن سلفاید

1 - اتوم سلفر در مرکب مذکور کدام هایبرید را دارا خواهد بود؟

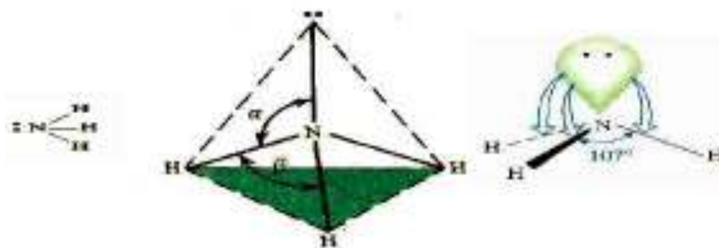
2 - چرا زاویهٔ روابط مرکب مذکور نسبت به زاویهٔ روابط مالیکول آب کوچکتر است؟

3 - ساختمان هندسی مرکب مذکور را توضیح نمایید .

۴ -۶ : ساختمان مالیکول امونیا

نایتروجن غرض تشکیل روابط سه الکترون طاقهٔ اوربیتال‌های 2p را به کار میبرد که در بالای سطح عمودی قرار دارند .

تحقیقات نشان داده است که زاویه بین روابط در مالیکول امونیا مساوی به 107 درجه بوده و اتوم نایتروجن حالت sp^3 هایبرید را دارا می‌باشـد که از جملهٔ چهار اوربیتال sp^3 یک اوربیتال آن توسط جوره الکترون‌های آزاد اشغال گردیده است ؛ اما سه اوربیتال دیگر آن توسط جوره الکترون‌های رابطه وی پر گردیده است .



شکل (4 - 15) ساختمان مالیکول امونیا .

قیمت زاویهٔ ولانســی بین روابط 107 درجه از حالت تترا هایدر (109.5 درجه) فرق دارد؛ زیرا قوهٔ دفع بین جوره الکترونهای آزاد و جوره الکترون‌های رابطه وی نسبت به بین جوره‌های دوگانه اوربیتالی که رابطه برقرارنموده اند ، قوی می‌باشد . شکل (4 - 15) را ملاحطه نمایید .



فعالیت

در مرکـب $\overline{N}F_3$ کـدام نوع روابط را اتوم هـایِ فلورین با اتوم مرکزی (نایتروجن) بر قرار کرده اســت ؟ ساختمان هندسی مالیکول آن به امونیا شباهت دارد ویا خیر ؟ به اساس دلیل منطقی در باره توضیحات ارائه بدارید.

۴ - ۷ : انواع مالیکول‌ها (قطبی ،غیر قطبی وآیونی)

مالیکول‌های قطبی کدام نوع مالیکول‌ها را گویند ؟ کدام عوامل باعث تبارز قطبیت مالیکول‌های مرکبات می‌شوند ؟ اصطلاح قطب (Polar)چه مفهوم را ارایه می‌نماید ؟

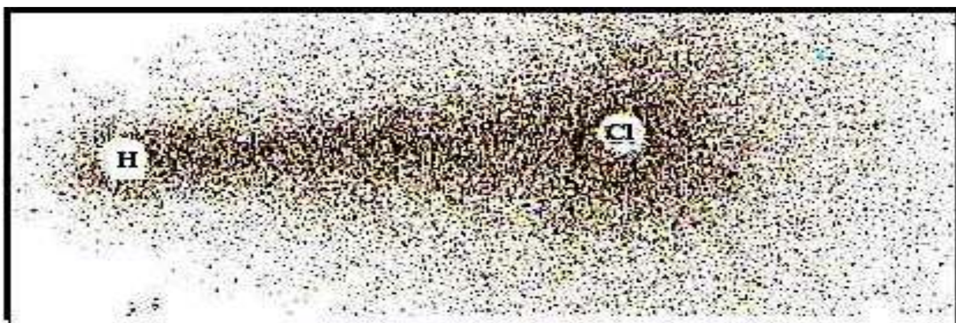
قطبیت مالیکول‌های مرکبات به طرز روابط اتوم‌های متشــکل وخاصیت الکترونیگاتیویتی همچو اتوم‌ها مربوط است . الکترونیگاتیویتی اتوم‌های عناصر سبب تشکیل روابط قطبی در مالیکولهاشده، طوری که یک قسمت مالیکول چارج منفی قسمی وطرف دیگر آن چارج مثبت قسمی را حاصل نموده ومالیکول دوقطبی را تشکیل می‌دهند .

زمانی‌که دو اتوم عین عنصر یک رابطه کوولانســی را تشکیل می‌دهند ؛ به طور مثال: $\mathbf{H_2}$ و $\mathbf{Cl_2}$ هر یکی از اتوم‌ها عین سهم الکترونی را درتشکیل رابطه دارا اند . کثافت ابر الکترونی در دو اتوم این رابطه یک‌ســان می‌باشــد ؛ زیرا الکترون‌ها بطور مساوی توسط هر دو هسته‌های اتوم‌ها جذب می گردند ، این نوع رابطه غیر قطبی (Non polar) بوده ومالیکول غیر قطبی است.

موقــع کــه دواتوم عناصرمختلــف باهم مرتبط می گردند؛ بــه طور مثال: در مالیکــول HCl در این صورت قوه جاذبه هردوهســته‌ها یک‌ســان نبوده ویکی ازهســته بنابرداشتن قوهٔ جاذبهٔ مثبت الکترون‌ها را به طرف خود کشــیده و کثافت ابر الکترونی بالای آن زیاد شــده ، در نتیجه چارج منفی قســمی (δ -)راحاصل نموده و اتوم دیگری کــه الکترون‌های آن کش گردیده ، باالمقابل چارج مثبت قسمی(δ +) راحایزمی گردد ؛ به طور مثال: در مالیکول (HCl) هایدروجن چارج قسمی مثبت وکلورین چارج قسمی منفی را دارا است که به شکل $H^{+\delta} - Cl^{-\delta}$ تحریر می گردد.

رابط که در دو انجام آن چارج‌های قسمی مثبت و منفی وجود دارد ، به نام رابــطه قطبی (Polar bond) یاد می‌شــود و مالیکول‌های دارای روابط قطبی به نام مالیکول دوقطبی (Dipole) یاد

می گردد . طوریکه قبلاً ارائه شـد، چارج قســــمی ر ا(δ) افاده می‌نمایند وفاصله را به (L)
نشان می‌دهند ؛به طور مثال: $\overset{\delta+}{H} - \overset{\delta-}{Cl}$



شکل (4 – 16) کشش ابرالکترونی وقطبیت در مالیکول هایدروجن کلوراید

اتوم هایدروجن چارج قســمی (Particle Charges) مثبت(+0,17) و اتوم کلورین چارج منفی قسمی (-0,17) را دارا است .

به طور عموم دای پول مؤمنت قطبی را به μ افاده می‌نمایند ، پس دای پول مومنت دوقطبی عبارت از حاصل ضرب چارج قسمی و فاصله چارج‌های قسمی از هم دیگر است:

$$\mu = \delta \cdot 1 \quad \text{یا} \quad \mu = q \cdot 1$$

درحقیقــت دای پــول مؤمنــت یک مالیکــول کمیت مقداری عدم تشــابه چارج‌ها درآن مالیکول است . دوچارج مخالف با کمیت چارج $\delta = e = 4.81 \cdot 10^{-10} esu = 1.6 \cdot 10^{-19} C$ که به فاصلهٔ $1A^{\circ}$ ازیکدیگر قراردارند ، دارای دای پول مؤمنت ذیل است :

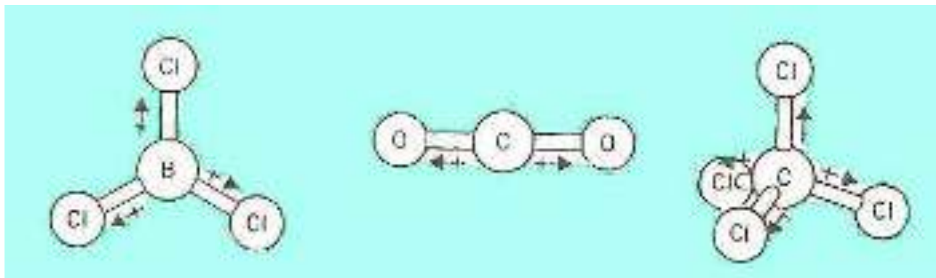
$$\mu = q \cdot 1 = 4{,}81 \cdot 10^{-10} esu \cdot 10^{-8} cm = 4{,}8 \cdot 10^{-18} esu \cdot cm$$

$$\mu = q \cdot 1 = 1{,}6 \cdot 10^{-19} C \cdot 10^{-10} m(\overset{o}{A}) = 1{,}6 \cdot 10^{-29} C\ m$$

$4{,}8 \cdot 10^{-18} esu \cdot cm$ یــک دبای (D) (Debye) تعریف نمــوده اند؛ به طور مثال :طول رابطه درمالیکول HCl مساوی به ($1 \cdot 27 \overset{o}{A}$) است ، دای پول مؤمنت آن مساوی (2.03D) است.

مالیکول HCl یک رابطه دارد و این رابطه قطبی اســت، پس مالیکول دارای یک رابطه قطبی اســت. مالیکول‌های که مشابه بوده وبیشتر ازیک رابطه خطی را دارا اند، این رابطه‌ها عمل قطبی یک دیگررا خنثی ساخته بد ین ملحوظ با وجودیکه رابطه‌ها قطبی بوده اما؛ مالیکول به صورت کل غیرقطبی است که مثال آنرا میتوان در CCl_4, BCl_3, CO_2 مالیکول‌های مشابه ارایه کرد.

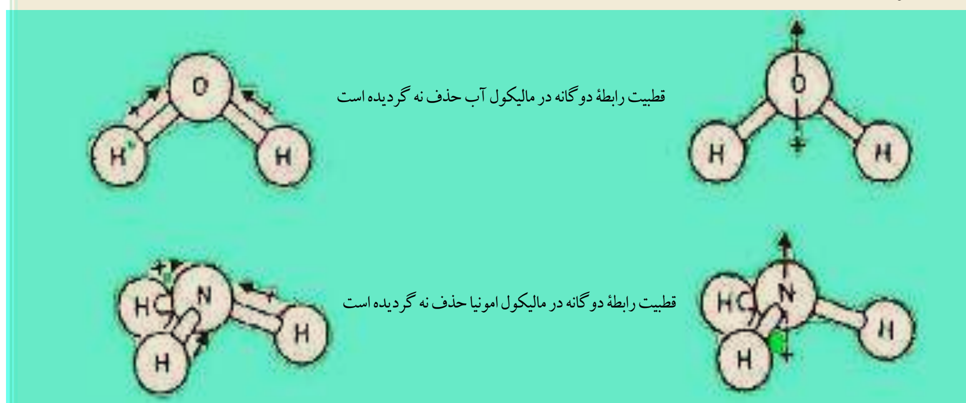
که در شــکل های داده شده مالیکول های نشان داده شــد که چطور دای پول مؤمنت رابطه‌های خطی خنثی شــده ودای پول مؤمنت عمومی مالیکول صفر می‌باشــد ، ایــن دای پول مؤمنت‌ها به ($\longrightarrow$+) افاده شده است که سمت تیر به انجام منفی دای پول توجه می‌باشد:



شکل(4 – 17) دای پول مؤمنت روابط حذ ف شده ومالیکول‌ها به صورت غیر قطبی

معلومات ضروری

شــکل فضایی مالیکول درســویهٔ قطبی بودن آن بســیار تأثیردارد ؛به طــور مثال : بطورعموم مالیکــول MXn رادرنظربگیریــد که درآن M اتــوم مرکزی و X عبــارت از اتوم ویا گروپ ازاتوم‌های باشــد که به آن مرتبط اســت، درصورتی که تمام اتوم‌های X یکســانی باشند (به طور مثال: در مالیکول CCl_4, BCl_3, CO_2) واتوم مرکزی M دارای جوره الکترونها آزاد نباشــد، مالیکول حاصل غیرقطبی اســت، درصورتی که اتوم مرکزی دارای جوره الکترونهای آزاد باشد، معمــولاً دای پول‌هــای رابطوی حذ ف نگردیــده ومالیکول قطبی می‌باشــد ، گرچه مطلب فوق عمومی نبوده ، این پدیده برای مالیکولهای آب وامونیا که هردوی آن قطبی است . درشکل ذیل ارائه گردیده است:



شکل (4– 18): دای پول مؤمنت روابط حذف نه شده ومالیکول‌ها ی قطبی .

به طور مثال : در مالیکول HF کثافت ابر الکترونی در ساحهٔ روابط به اتوم فلورین نزدیک تر از اتوم هایدروجن بوده ، زیرا الکترونیگاتیویتی اتوم فلورین نسبت به اتوم هایدروجن بیشتر است، دربن مالیکول مرکز ثقل چارج منفی (که با الکترون رابطه دارد) با مرکز ثقل چارج مثبت (که مربوط به هسته است) مطابقت ندارد .



فعالیت

فورمولهای $\overset{\delta+}{C}-\overset{\delta-}{Cl}$ و $\overset{\delta+}{C}-\overset{\delta-}{O}$ را به دقت ملاحظه نموده وبه سؤالات ذیل جواب دهید:

1 - در فورمول‌های فوق رابطه بین کاربن وکلورین ورابطه بین کاربن وآکسیجن کدام نوع رابطه است ؟

2 - آیا مالیکول‌ها قطبی است ویاخیر ؟ زاویه روابط بین اتوم‌ها چقدر است ؟ ساختمان فضای آنها را رسم نموده ، باهم‌صنفان خود در مورد مناقشه نمایید .



خلاصهٔ فصل چهارم

*اتوم مرکزی در مالیکول‌ها عبارت از همان اتوم‌های اند که بلند ترین نمبر اکسیدیشن و ولانس را در مالیکول مرکب دارا باشند .

*تشکیل روابط مربوط به ساختمان قشر ولانسی یعنی قشر خارجی اتوم‌های عناصر بوده که الکترون‌های ولانسی در آنها قرار دارند .

زمانیکه اتوم‌ها با هم نزدیک می گردد ، اتوم اوربیتال‌های آنها با هم تداخل نموده و مالیکول اوربیتال‌ها را تشکیل می‌دهند. اگر جوره الکترون رابطه وی مالیکول اوربیتال‌ها را باداشتن انرژی پایین اشغال نمایند ، دراین صورت رابطهٔ کوولنت را تشکیل می‌دهند.

* مالیکول‌های خطی : تنظیم خطی اتوم‌ها در مالیکول‌ها تجرید اعظمی دو جورهٔ الکترونی را از یک دیگر تأمین می‌نماید.

*مالیکول‌های مسطح : اگر به اطراف اتوم مرکزی مالیکول‌های مرکبات سه جوره الکترون قرار داشته باشد، دراین صورت روابط در یک سطح قرار داشته وزاویه بین آنها 120 درجه بوده و سه اتوم در رأ س مثلث به اطراف اتوم مرکزی قرار دارند .

* در مالیکول‌هــای چهار وجهی ، چهار جورهٔ الکترونی به رأس‌های چهار ســطحی ســمت دهی گردیده است .

* مالیکول آب دارای دای پول مومنت بوده ، اگر مالیکول آب خطی می‌بود ، درین صورت دای پـول مومنت روابط O-H متقابلا" با یک دیگر جبران شــده ، دای پول مومنت مالیکول آب مســاوی به صفر بوده و مالیکول آن قطبی نمی‌بود . پدیدهٔ دای پول مومنت توسط اوربیتال اتومی مشخص می گردد که در تشکیل رابطه سهیم می‌باشد .

* تحقیقات نشــان داده اســت که زاویه بین روابط در مالیکول امونیا مساوی به 107 درجه بوده و اتوم نایتروجن حالت sp^3 هایبرید را دارا می‌باشــد که از جملهٔ چهار اوربیتال sp^3 یک اوربیتال آن توســط جوره الکترون‌های آزاد اشغال گردیده اســت؛ اما سه اوربیتال دیگر آن توسط جوره الکترون‌های رابطوی اشغال گردیده است .

* رابطهٔ که دردوانجام آن چــارج‌های قســـــمی مثبت ومنفی وجود دارد ، به نام رابــــطه قطبی (Polar bond) یاد می‌شــود ومالیکول‌های دارای روابــط قطبی به نام مالیکول دوقطبی (Dipole) یاد می گردند .

دای پول مومنت دوقطبی عبارت از حاصل ضرب چارج قســمی وفاصله چارج‌های قســمی ازهم دیگر است . $\mu = q \cdot L$

تمرین فصل چهارم

سؤال‌های چهار جوابه

1 – اتوم مرکزی در مالیکول‌های مرکبات عبارت از همان اتوم‌های اند که ----- را داشته باشد .

الف – نمبر اکسیدشن منفی ب – نمبراکسیدیشن مثبت بزرگ ج – نمبر اکسیدیشن منفی بزرگ د – هیچکدام

2 – تشکیل روابط مربوط به کدام ساختمان اتوم بوده است ؟

الف – هسته ب – قشر خارجی الکترونی ج – تمام اقشار د – همه جوابات درست است.

3 – اگر جوره الکترون رابطه وی مالیکول اوربیتال‌ها را باداشتن انرژی پایین اشغال نمایند ، دراین صورت ------- را تشکیل می‌دهند .

الف – عنصر ، ب – رابطهٔ کوولنت ج – رابطهٔ آیونی د – رابطهٔ کواردینیشن

4 – در ما لیکول‌های چهار وجهی ---------- به رأس‌های چهار سطحی سمت دهی گردیده است

الف – چهارجورهٔ الکترونی، ب – دوجوره هالکترونی ، ج – سه جورهٔ الکترونی، د – یک جورهٔ الکترونی

5 – زمانیکه اتوم‌ها با هم نزدیک می گردند ، اتوم اوربیتال‌های آن‌ها با هم تداخل نموده و ---را تشکیل می‌دهند .

الف – مرکبات آیونی ، ب – مرکبات غیر عضوی ، ج – اتوم اوربیتال ، د– مالیکول اوربیتال

6 – کدام یک از شکل ذیل رابطه‌های قطبی را نشان می‌دهند ؟

الف – $C^{\delta+}-Cl^{\delta-}$ ب– $C^{\delta+}-O^{\delta-}$ ج – الف وب هردو د – هیچکدام

7 – یک دبای (Debye) (D) عبارت است از:

الف – $4{,}8\cdot10^{-18}$ esu · cm ب– $\mathbf{10^{-28}}$ **esu · cm** ج 10^{-20} $esu.cm$ د – هیچکدام

8 – پدیدهٔ دای پول مومنت توسط --------- مشخص می گردد که در تشکیل رابطه سهیم می‌باشد .

الف – قوهٔ دافعه ب – قوای جاذبه ج – اوربیتال اتومی د – ساختمان مالیکولی

9 – رابطهٔ که در دو انجام آن چارجهای قسمی مثبت و منفی وجود دارد ، به نام -- یاد می‌شود. الف – رابطه قطبی ب– polar bond ج – الف وب هردو د – هیچکدام

10 – مالیکول مرکب PCl_5 با داشتن پنج جورهٔ الکترونی رابطه وی دارای ساختمان---- می‌باشد.

الف – مسطح، ب – خطی، ج – تترا هایدرال، د – ترای گونال پیرامید

11 – زاویه بین روابط در مالیکول امونیا مساوی به ---- درجه بوده و اتوم نایتروجن حالت هایبرید --- را دارا می‌باشد.

الف – 120° و $sp2$ ب – 107 و sp^3 ج – 180° و sp د– 90° و p

سؤال‌های تشریحی

1 – فورمول مالیکولی اتوم‌های را تحریر دارید که ساختمان هندسی ذیل را تشکیل می‌دهد:

الف – خطی   ب – مسطح مثلثی   ج – چهار وجهی   د – اوکتایدری

2 – کدام علت برای مطالب ذیل موجود است ؟

الف– دو مرکب مختلف با فورمول مالیکولی یکسان .

ب – موقعیت فضایی اتوم‌ها در BF_3 و NH_3 می باشد .

ج – چرا زاویه در NH_3 نسبت به آب بزرگ است ؟

3 – طبیعت روابط و موقعیت فضایی آن‌ها را در مرکبات ذیل تحریر دارید .

الف – CO_2 ب – HCN ج – NO_3^-

4 – ساختمان مالیکولی هندسی مرکبات ذیل را نشان دهید:

الف – CO_3^{2-} ب – PCl_6 ج – NO_2

5 – انواع مالیکول‌ها را توضیح نمایید .

قوای بین مالیکولی

در بارهٔ مالیکولهای مرکبات کیمیاوی در دروس گذشته معلومات حاصل نمودید، آیا میدانید ، بین مالیکول‌های مرکبات کدام قوه‌ها موجود است که آن‌ها را باهم متحد ساخته اند؟ قوهٔ واندر والس چیست؟ رابطهٔ هایدروجنی چه نوع رابطه است؟ بین مالیکول‌های قطبی چه نوع رابطه موجود است؟ اگر مرکبات حالت مایع را داشته باشد ، بین مالیکول‌های آن‌ها کدام نوع قوه موجود بوده؟ واین قوه چه تأثیری بالای خواص فزیکی آ نها وارد می‌نمایید؟

معلوماتی که در این فصل ارائه می گردد، به سؤالات فوق الذکر جوابات قناعت بخش ومقتضی داده وهم مالیکول‌ها را با تمام مشخصات رابطه وی ، ساختمانی وخواص فزیکی توضیح می‌نمایید.

۵ –۱ : تفاوت‌ها بین روابط کیمیاوی وقوهٔ بین مالیکولی

اتوم‌ها به اساس روابط آیونی ویا روابط کوولانسی با هم متصل گردیده و مالیکول‌های مرکبات کیمیاوی را تشکیل می‌دهند. اکثر مرکبات دارای روابط آیونی ، در آب منحل بوده و محلول‌های آن‌ها دارای آیون‌های آزاد می‌باشند و تحت عملیهٔ الکترولیز قرار می گیرند. مالیکول‌های مرکباتی که رابطهٔ کوولانسی را دارا اند، اکثراً در آب منحل نمی‌باشند و در صورتی که حل گردند، به شکل مالیکولی از کتلهٔ بزرگ جدا شده ودرمحلول‌ها مالیکول‌های آن‌ها به ملاحظه میرسند . زیادتر از مرکبات کوولانت در محلل‌های عضوی مانند پروپانون و کاربن تترا کلوراید منحل میبا شند.

طوری که در مبحث روابط کیمیاوی مطالعه گردید، اتوم هادر تشکیل مالیکول‌های مرکبات کیمیاوی، رابطه‌های آیونی، کوولانسی ویا کواردینیشن را بر قرار نموده ، مالیکول‌ها را تشکیل می‌دهند که به این اساس ما لیکول‌ها ی مرکبات از لحاظ خواص مختلف بوده ؛ زیرا روابط اتوم‌ها در مالیکول‌های مرکبات مختلف، دارای اشکال مختلف میباشند؛بنابراین مالیکول‌های مرکبات مختلف دارای خواص وساختمان مختلف بوده واجسام مختلف را با اشکال مختلف تشکیل می‌دهند، در همچو اجسام مالیکول‌ها به اساس یک قوه با هم متحد گردیده و اجسامی دارای حالت‌های مختلف را تشکیل می‌دهند.

تفاوت‌های عمده بین روابط کیمیاوی وقوهٔ بین مالیکولی را میتوان قرار ذیل توضیح کرد:
روابط کیمیاوی به اساس الکترون‌های ولانسی اتوم‌ها بر قرار می گردد که این روابط بین اتوم‌ها میتوانند آیونی، کوولانسی و یا اشتراکی یک طرفه بوده باشند، در مالیکول‌های که رابطه بین اتوم‌ها آیونی باشد، مالیکول‌ها به شکل آیونی وقطبی موجود بوده وبه اساس قوهٔ جذب بین این مالیکول‌ها اجسام کرستالی بزرگ حاصل می‌شوند، در صورتی که رابطهٔ اتوم‌ها در مالیکول‌ها کوولانسی باشد، این نوع مالیکول‌ها به اساس قوهٔ دای پول– دای پول مومنت، قوهٔ واندر والس و رابطهٔ هایدروجنی باهم متحد گردیده، اجسام مکرومالیکولی (مالیکول های بزرگ) ویا مایکرومالیکولی (مالیکول های خورد) را تشکیل می‌دهند.



به عبارت ذیل توجه نمایید

درروابط کیمیاوی الکترونهای ولانسی اتوم‌ها سهیم بوده ، مالیکول‌ها ، آیون‌ها ویا رادیکالها را تشکیل داده؛ اما مالیکول‌ها به اساس قوه‌های مختلف با هم متحد گردیده اجسام بزرگ را تشکیل می‌دهد و این قوه‌هارا در زیر مطالعه می‌نماییم:

۵ - ۲ : انواع قوۀ جذب بین مالیکولی

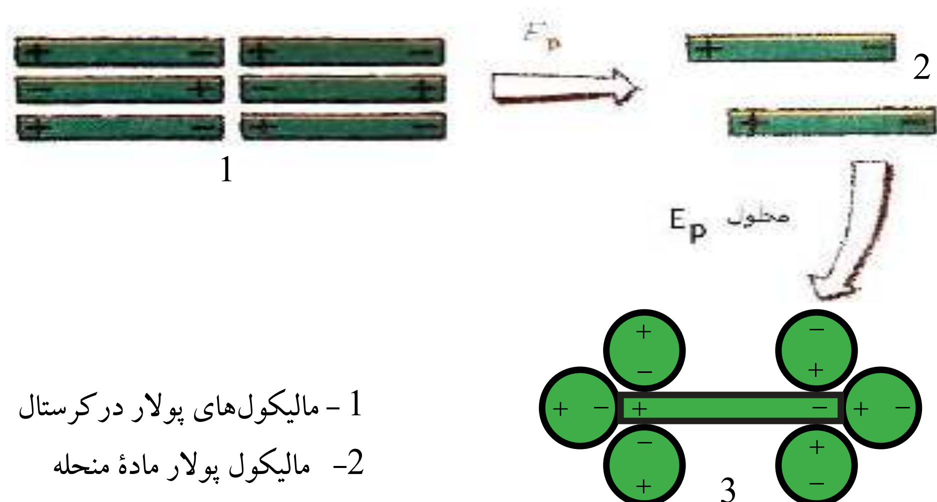
در فصــل چهــارم روابط کیمیاوی (مبحــث رابطۀ کوولنت) درمورد جــذب بین مالیکول‌ها دارندۀ روابط کوولنت بحث گردید، انواع مختلف قوۀ جذب بین مالیکول‌ها موجود است که در ذیل این قوه‌های جذب را مطالعه می‌نماییم.

اشــکال مختلف عمل متقابل بین اتوم‌ها ومالیکول‌ها موجود است که سبب تشکیل روابط بین آن‌ها می گردد ، ازجمله عمل متقابل دای پول – دای پول ، عمل متقابل قوۀ واندر – والس و رابطۀ هایدروجنی می‌باشد.

۵ –۲ –۱ : عمل متقابل دای پول - دای پولی

دراجســام جامد ، مالیکول‌های قطبی غرض تشکیل ســاختمان‌های منظم عمل متقابل راانجام داده وعمل متقابل دایپول – دایپولی بین مالیکول‌ها زمانی انجام می‌پذیرد که مالیکول‌ها با هم نزدیک شده ،دراین صورت این مالیکول‌ها چارج قسمی مثبت ومنفی را دارا بوده ویک دیگر راجذب واجسام جامد راتشکیل می‌دهند.

کرســتال‌های قطبــی درمحلل‌های قطبی به خوبی حل می گردند، انــرژی ضروری برای جدا کردن روابط درشــبکه کرستالی توسط آن مقدارانرژی تأمین می گردد که این انرژی درنتیجۀ عمل متقابل بین مالیکول‌های قطبی مادۀ منحله با مالیکول‌های محلل قطبی آزاد می گردد.



1 - مالیکول‌های پولار درکرستال

2- مالیکول پولار مادۀ منحله

3 - مالیکول پولار محلل .

شکل (5-1) پروسس (عملیه) حل شدن

انرژی ضروری برای تخریب شبکه کرستالی

$$(E\ Solvatation)\ E\ Solve = E\ Solution$$

چنین نوع عمل متقابل رابه نام solvation یاد می‌نمایند، درصورتی که محلل آب باشد، به نام Hydration یاد می گردد

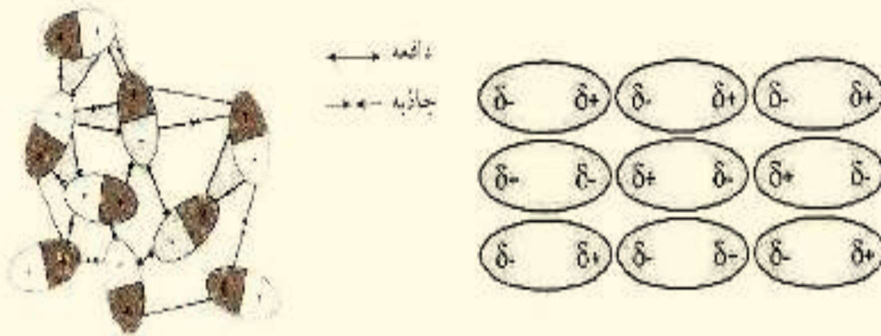


فعالیت

اشکال ذیل را به دقت مطالعه نموده وبه سؤالات مربوط به آن‌ها جواب لازمه ارائه بدارید.

1 - کدام مواد این شکل رادارد؟ به کمک استاد، سیت این نوع مواد ترتیب گردد.

2 - قوای دافعه و جاذبه را در اشکال مذکور ملاحظه نموده علت آن را توضیح نمایید.



۵- ۲ -۲: قوه‌های واندر - والس (Vander - Walls Forces) ولندن

برای نزدیک شد ن مالیکولها در ایجاد حالت مایع ویا جامد مواد بین آن‌ها حتمی قوه‌های جذب عمل می‌نماید. مطالعهٔ خواص گازها، واندروالس را در سال (1873) به نتایج راجع به موجودیت قوهٔ دفع وجذب بین مالیکول‌ها با درنظرداشت خواص غیرآیونی وغیر الکتروولانسی ایشان نایل ساخت ؛ از این نوع قوه‌ها میتوان برداشت مختلف راداشته باشیم؛ لاکن به صورت عموم این‌ها کنیهٔ (اساس) قوهٔ واندر- والس را دارا اند.

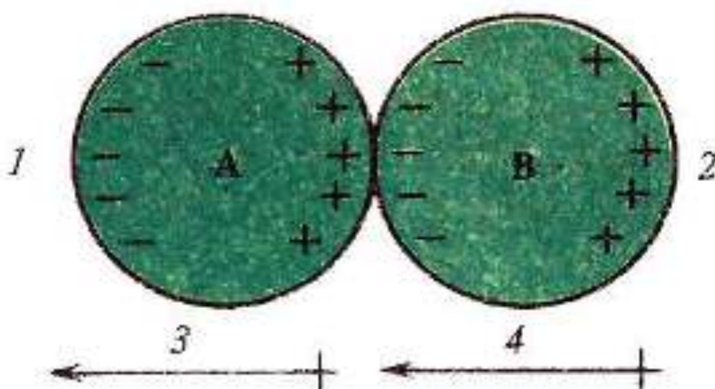
بین مالیکول‌های غیرقطبی قوهٔ جذب موجود است . مطابق به تیوری لندن این قوه‌ها مربوط به پولاریزیشن لحظوی مالیکول‌ها می‌باشد که سبب عمل متقابل ثابت قوه‌های جذ ب می‌شوند.

یکی از اشکال قوهٔ واند روالس همان عمل متقابل دایپول- دایپولی بین مالیکول‌های قطبی می‌باشد. قوه‌های جذب بین مالیکول‌های غیر قطبی نیز موجود بوده؛ حتی اتوم‌های گازات

نجیب بســیار ضعیف با یکدیگر جذب می‌شــوند؛ ازین سبب به طور مشخص آن‌ها میتوانند حالت مایع را اختیار نمایند.

بیــن مالیکول‌های غیرقطبی قوۀ خاص واندر – والس عمــل می‌نماید و آن عبارت از قوه‌های Dispersion یا قوۀ لندن می‌باشد؛ علت به وجود آمدن این قوه‌ها توسط تیوری فزیک‌دان به نام لندن (درسال 1930) به ترتیب ذیل توضیح شده است:

قرار گرفتن دومالیکول غیرقطبی بسیار نزدیک به یک دیگر را ملاحظه می‌نماییم؛ چون این مالیکول‌ها غیر قطبی هســتند ؛ بنابرآن تقسـیم شــدن کثافات ابر الکترونی به طور اوســط متناظر می‌باشــد؛ امادر هرمومنت مشخص زمانی تقسیم الکترون هادریکی ازمالیکول‌ها ممکن غیر متناظر باشــد ؛ طورمثال : درلحظۀ برای این نوع مالیکول‌ها مومنت دای پولی ظاهر می‌شــود. درشــکل (5 – 2) نشان داده شده است که چطور این نوع دایپول زمانی دریکی از مالیکول‌ها (A) میتواند ابر الکترونی مالیکول‌های همجوار (B) راجذب نماید ؛ بنا براین هردو مالیکول‌ها مومنت دایپولی داشــته وسمت آن طوری است که مالیکول‌ها جذب شد ن یک دیگر را آغاز می‌نمایند، چون الکترون‌ها باسرعت زیاد حرکت می‌نماید این جذ ب مؤقتی می‌باشد:



شکل (5 – 2)جذب بین دایپول‌های زمانی

1 - ابر الکترونی مؤمنت مشخص جابه جا شده به طرف چپ .

2 - جذب ابر الکترونی را نشان می‌دهد که به طرف چپ حرکت می‌نماید .

3 - سمت داپیول لحظوی.

4 - سمت داپیول قیاس شده.

همچنان داپیول مومنت بعدی مالیکول A ممکن به سمت مخالف ارسال شده باشد و دای پول مومنت‌های جدید قیاس شده (هدایت شده) رادرمالیکول B طوری برقرار می‌سازد که بین مالیکول‌ها جذب بوجود می آید وخود داپیول مومنت تنها درلحظهٔ به وجود آمده؛ اما تأثیر مجموعی آن‌ها عمل متقابل داشته وآن عبارت از قوه جذ ب عمل کننده دایمی است.



فعالیت

اشکال زیر را مشاهده نموده و به سؤالهای ذیل به شکل گروپی جواب بدهید:

1 - در صورتی که قوهٔ لندن دراثر به وجود آمدن دای پول مومنت ایجاد می‌شود، پس عامل که به وجود آمدن این دای پول مومنت‌ها می گردد، چیست؟

2 - به اساس تبارز کدام خواص ماده می‌توان این دای پول مومنت را درک کرد؟

3 - بین مالیکول‌ها واتوم‌ها ی A و B شکل الف وب ذیل کدام مناسبات ملاحظه می گردد ؟ دراین باره به شکل گروپی معلومات ارائه بدارید:



شکل (5 – 3) چگونگی ایجاد دوقطبی لحظوی بین دو مالیکول‌ها و دو اتوم‌ها

عوامل مؤثر بالای قوت قوه‌های لندن

چـون قوه‌های لندن در نتیجهٔ به وجود آمدن دای پـول مومنت ایجاد می گردد وهر عاملی که پراگنده گی ابر الکترونی را در مالیکول بیشـتر سازد، این دای پول را بیشتر ساخته و این عامل عبارت اند از :

الف - حجم مالیکول‌ها

با افزایش تعداد الکترون‌ها در مالیکول‌ها وقشـرهای الکترونی به اطراف هر اتوم ویا با افزایش تعداد اتوم‌ها در یک مالیکول ، حجم واندازهٔ ابر الکترونی آن بزرگ می‌شود .به هر اندازه که ابرالکترونی بیشتر و از هسته دور واقع باشد ، پراگنده گی الکترونها بیشتر و قوهٔ لند ن نیز زیاد بـه وجود می آید . افزایش قوت قوهٔ لندن وازدیاد حجم مالیکولها رامیتوان درمقایسـه نمودن نقطهٔ ذوبان و غلیان بعضی از مالیکول‌ها به اساس گراف فعالیت ذیل دریافت کرد:

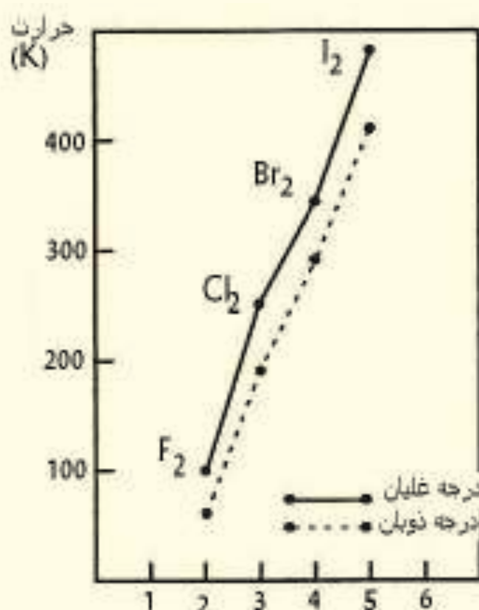


فعالیت

گراف ذیل را به دقت ملاحظه نموده به سؤالات زیر جواب ارائه بدارید:

1 – درجهٔ غلیان مالیکول‌های کدام عنصر هلوجن بلند است؟ علت آنرا توضیح نمایید.

2 – درجهٔ ذوبان مالیکول‌های کدام عنصر هلوجن بلند است؟ علت آنرا توضیح نمایید.



شکل (5 – 4): گراف مقایسهٔ درجهٔ غلیان هلوجن ها

ب - کتلهٔ مالیکول

مالیکول‌های هایدروجن عادی $({}_{1}^{1}H)$، دیتریم $({}_{1}^{2}D)$ وتریشیم $({}_{1}^{3}T)$ هرسه غیر قطبی اند.حجم مالیکول و طول رابطه در مالیکول‌های هر سه ایزوتوپ هایدروجن مساوی است؛ اما کتله هرسه آن‌ها از هم فرق دارد، دراین صورت این کمیت بالای درجهٔ غلیان وذوبان آن‌ها تأثیر دارد که در جدول ذیل دیده می‌شود؛ پس نتیجه گیری می‌شود که کتلهٔ مالیکول هانیز در قدرت قوهٔ لندن تأثیر دارد . جدول ذیل را ملاحظه نمایید:

جدول (5 – 1): بعضی مشخصات ایزوتوپ‌های هایدروجن

نقطهٔ جوش (K)	نقطهٔ ذوب(K)	کتلهٔ مالیکولی	طول رابطه (pm)	فورمول مالیکولی	فورمول
20,39	13.957	2.00	74.14	H_2	$({}_{1}^{1}H)$
23.67	18.73	4.03	74.14	D_2	$({}_{1}^{2}D)$
25.04	20.62	6.03	74.14	T_2	$({}_{1}^{3}T)$

ج - شکل مالیکول وسطح تماس

مالیکول‌های دارندهٔ سطح تماس بیشتر با هم دیگر نزدیک شده و قوهٔ لندن زیاد تر قوی می‌شود. مالیکول‌های مسطح وخطی نسبت به مالیکول‌های هرمی و خمیده ومالیکول‌های زنجیری نسبت به مالیکول‌های منشعب وشاخه دار سطح تماس بیشتر را دارا بوده و قوهٔ لندن دربین مالیکول‌های آن‌ها بیشترمی‌باشد. جدول ذیل را ملاحظه نمایید:

جدول (5 - 2): تأثیر شکل مالیکول‌ها بالای قوهٔ لندن

نقطهٔ غلیان $({}^{0}C)$	نقطهٔ ذوب $({}^{0}C)$	فورمول ساختمانی	فورمول مالیکولی
0	-138	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	C_4H_{10}
-12	-159	$CH_3-CH(CH_3)-CH_3$	C_4H_{10}

فعالیت

در جدول ذیل بعضی از خواص فزیکی آب سبک وسنگین داده شده است ، شما تفاوت خواص آب‌های مذکور را در یافت ودر کتابچه‌های تان یادداشــت وعلت این تفاوت‌ها را توضیح نمایید .

جدول (5 – 3): خواص انواع آب‌ها

فورمول مالیکولی	μ بالاتر از (D)	کتله مالیکولی	نقطهٔ ذوب (^0C)	نقطهٔ غلیان (^0C)
H_2O	1،84	18.0151	0	100
D_2O	1،84	20،0276	3.81	101.42

معلومات اضافی

قوهٔ لندن نه تنهــا در مالیکول‌های غیر قطبی بلکه در مالیکول‌های قطبی نیز موجود بوده ؛ اما این قوه به مراتب کمتر از تأثیر دای پول – دای پولی است.

۵–۲–۳ : رابطهٔ هایدروجنی (Hydrogen Bond)

روابــط هایدروجنــی یک‌نــوع رابطهٔ خــاص کیمیاوی بــوده که بیــن هایدروجــن وعناصر الکترونیگاتیــف (F ، O، N) درصورتــی برقرارمی گــردد کــه اتوم هایدروجــن به همین عناصرالکترونیگاتیف رابطه داشــته باشــد، این رابطه بین مالیکول‌ها تشــکیل گردیده ویا این کــه بین اتوم‌های هایدروجن واتوم‌هــای عناصــرالکترونگاتیف عیــن مالیکولها(رابطه داخلی مالیکولی) برقرارمی گردد .

طوری که معلوم است ، مرکبات هایدروجن دار که درترکیب مالیکولی شان عناصر غیر فلزی الـکترونگا تـیف موجودباشد (F, N,O)، دارای خواص کاذب ودرجه غلیان بلند میباشند.

جدول (5 –4): درجه غلیان سلسله یی مرکبات دارنده عناصر اکسیجن ، نایتروجن وفلورین:

مرکبات	درجه غلیان	مرکبات	درجه غلیان
H_2O	$100°C$	HF	$19°C$
H_2S	$-60°C$	HCl	$-84°C$
H_2Se	$-41°C$	HBr	$-57°C$
H_2Te	$-2°C$	HI	$-53°C$

طوری که درسلسله مرکبات فوق دیده می‌شود، درجهٔ غلیان آب $100^0 C$ بوده ومرکبات دیگرسلسلهٔ عناصرهم گروپ آکسیجن(O_2) پایین است، درسلسلهٔ دیگر مرکبات درجهٔ غلیان (HF) بلند ومرکبات د یگرعناصر گروپ فلورین(F_2) پایین است. علت آن موجودیت عمل متقابل بین هایدروجن وآکسیجن مالیکول‌های مختلف آب بوده وهم در HF عمل متقابل بین اتوم هایدروجن یک مالیکول HF با اتوم فلورین مالیکول دیگر آن می‌باشد. این عمل متقابل بین مالیکولی قطع آن‌هارا ازهم د یگر مشکل ساخته، مفریت آن‌ها کم شده ودرجه غلیان مرکبات مربوطه آن‌ها بلند میرود.

درنتیجهٔ تفاوت الکترونیگاتیوتی زیاد اتوم‌ها، روابط کیمیاوی بین $H-F, H-O, H-N$ فوق العاده زیاد قطبی بوده؛بنابرین اتوم هایدروجن قسماً چارج مثبت و اتوم‌های فلورین، آکسیجن ونایتروجن قسماً چارج منفی را حاصل نموده و قوهٔ کولمب بین چارجهای مخالف عمل نموده، اتوم هایدروجن دارای چارج قسمی مثبت یک مالیکول توسط اتوم الکترونیگاتیف مالیکول دیگر کش گردیده ،رابطهٔ جدید برقرار می گردد و مالیکولها مرتبط می‌شوند:



شکل (5 – 5): رابطه هایدروجنی ، الف – HF ، ب – امونیا ، ج – یخ

۵ – ۲ – ۳ – ۱ : ماهیت رابطهٔ هایدروجنی

گرچه توافقی در مورد ماهیت رابطهٔ هایدروجنی موجود نیست؛ اما دراین جا بعضی از مشخصاتی را مورد بحث قرار میدهیم تا ویژه گی‌های مختلفی را در مورد این قوه بهتر بشناسید . در جدول ذیل خواص چند مالیکول مرکبات مختلف باداشتن این رابطه و ویژه گی قوه بین آن‌ها به طور مقایسوی ارائه شده است:

جدول (5 – 5): خواص فزیکی بعضی مالیکول‌ها

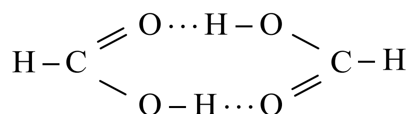
مالیکول	نوع رابطه بین مالیکول	طول رابطهٔ هایدروجنی pm	طول رابطهٔ اتومها درمالیکول pm	انرژی رابطهٔ هایدروجنی	دای پول مومنت مالیکول μ	دای پول مومنت رابطه μ
HF	$F-H...F$	120	120	- 1 9 k j / mol	1.8D	1.9D
H_2O	$O-H...O$	170	100	- 2 2 k j / mol	1.82D	1.5D
NH_3	$N-H...N$	220	90	- 1 7 k j / mol	1.47D	1.4D

مقایسهٔ دای پول مومنت روابط نشان می‌دهد که با ازدیاد قطبیت رابطه وازدیاد چارج‌های قسمی بالای هر اتوم قابلیت رابطهٔ هایدروجنی را بیشتر می‌سازد، به این اساس می‌توان رابطهٔ هایدروجنی را مشابه به قوه ای دای پول – دای پولی دارای اهمیت الکتروستاتیکی قبول نمود.

ویژه گی خاص رابطهٔ هایدروجنی در این است که با قرار گرفتن سه اتوم $(X-H...Y)$ در یک خط مستقیم قدرت این رابطه را بیشتر می‌سازد و رابطهٔ هایدروجنی جهت دار می گردد . جهت دار بودن آن مربوط به رابطهٔ کوولانسی بوده و رابطهٔ آیونی هم این خاصیت را دارا نمی‌باشد ؛ زیرا قوه بین آیون‌ها در تمام سمت‌ها یکسان می‌باشد؛ اما باآنهم رابطهٔ هایدروجنی را نمی‌توان کولانسی یا آیونی فرض کرد؛ زیرا در قدم اول اتوم هایدروجن دارای اوربیتال s در قشر اولی وولانسی خود بوده ونمی تواند بیشتر از یک رابطهٔ کو ولانسی را بر قرار نماید واز طرف دیگر انرژی رابطهٔ کو ولانسی وآیونی اکثراً بیش از 100kJ/mol است ، نتیجه

اینکه رابطهٔ هایدروجنی باوجودیکه با قوه‌های دای پول – دای پولی وروابط کیمیاوی شـباهتی دارد؛ امــــا با هیچ یک از آن‌ها یک‌سان نمی‌باشد .

انــرژی رابطــه هایدروجنی $21-29 Kjoul/mol$ بوده و ((10) الی (20)) مراتبه نسـبت به روابط کوولنت ضعیف می‌باشـد؛ اما به مراتب نسـبت به قوه واندروالس قوی تراسـت . رابطهٔ هایدروجنــی باعث تشــکیل دایمیرها $(HF)_2$ و $(H_2O)_2$ در حالت بخــار می گردد . به همین ترتیب درفارمیک اسید دایمیرقرار ذیل است :



رابطهٔ هایدروجنی رابه (...) افاده می‌نمایند. رابطهٔ هایدروجنی درداخل عین مالیکول نیز تشــکیل می گردد ؛ به طور مثال: در مالیکول هایدروکسی بنزالدیهاید، رابطه بین گروپ $-OH$ و گروپ کاربوتیل موجود می‌باشد :

از این سبب درجهٔ غلیان اورتوهایدروکسی بنزالدیهاید نسبت به پارا هایدروکسی بنز الدیهاید به اندازه $1.6°C$ زیاد است ؛ زیرا در مرکب پارا هایدروکسی بنزالدیهاید رابطه هایدروجنی بین مالیکولی موجود نیست.

فعالیت اول

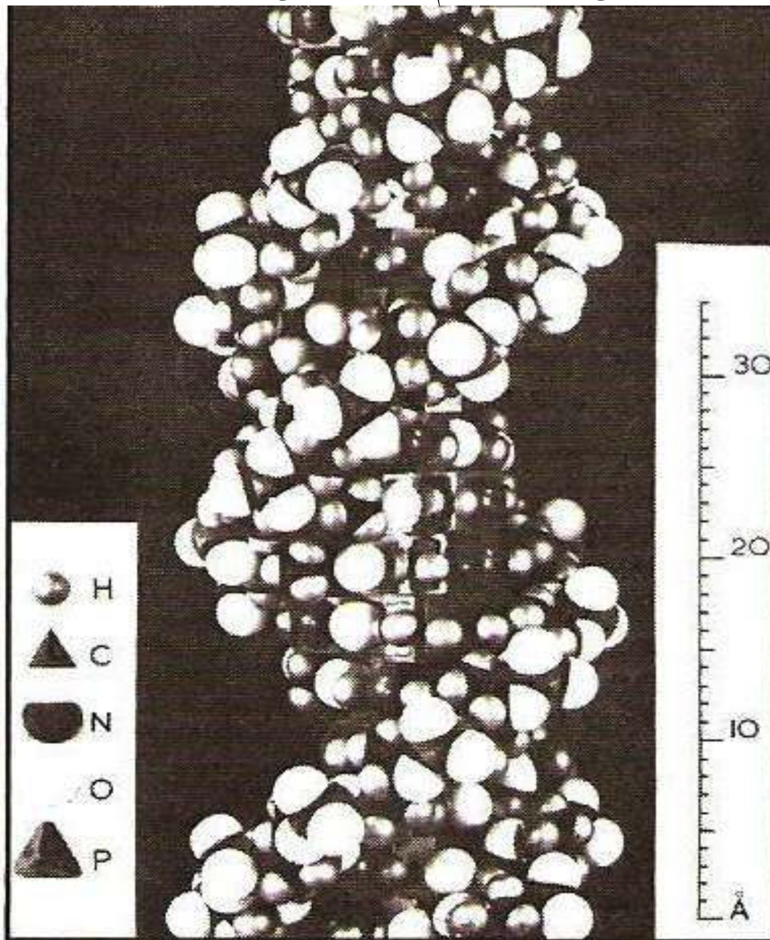
با در نظرداشــت جدول (5 – 5) بگویید که طول رابطهٔ هایدروجنی بزرگ اســت ویا اینکه طول رابطهٔ کو ولانسی بزرگ می‌باشد ؟ آیا بین طول رابطه به شکل $(X-H...Y)$ و الکترونیگاتیویتی کدام وابستگی موجود است و یاخیر؟



فعالیت دوم

شعاع واندر- والس اتوم‌های هایدروجن 120pm، فلورین 147pm ، آکسیجن 152pm و نایتروجن 155pm است، مجموعهٔ شعاع واندر والس بین اتوم‌ها را در رابطه های $H...F$، $H...O$، $H...N$ محاسبه نماید و هم آن را با طول واقعی این رابطهٔ هایدروجنی مقایسه نموده ، تفاوت‌ها را چگونه توضیح می‌نمایید.

رابطهٔ هایدروجنی نه تنها درکیمیا رول اساسی را بازی نموده ، بلکه دربیولوژی نیز رول اساسی را دارا است؛به طور مثال: رابطهٔ هایدروجنی باعث تشکیل فردوگانه نوکلیک اسیدها شده وانتقال معلومات ارثی را دراورگانیزم حیه تأمین می کند.



شکل (5 –6): مالیکول DNA.

۵ - ۳ : تأثیر قوه‌ها بالای خواص فزیکی مواد

قوه بین ذرات مواد (مالیکول‌ها ، اتوم‌ها و آیون‌ها) بالای خواص فزیکی آن‌ها تأثیر برازنده را دارا است که در این بخش، این تأثیرات را بالای بعضی از خواص فزیکی مواد مطالعه می‌نماییم.

۵– ۳ - ۱ : تأثیر قوه‌های جذب بین مالیکولی بالای نقطهٔ ذوبان وانجماد مواد

عملیهٔ ذوبان وغلیان مواد عبارت از دادن انرژی حرارتی به بلورهای مواد غرض مغلوب ساختن انرژی پوتنسیال مواد است که آن‌ها را باهم چسپانده است.

قابل یاد آوری است این‌که: عملیهٔ ذوب وتبخیر مواد بلوری منجر به تجزیهٔ مواد به اتوم‌ها ویا آیون‌ها واز بین بردن کامل تمامی قوه‌های کیمیاوی نمی گردد . درمورد درک رابطه بین قوه‌های کیمیاوی وخواص فزیکی مواد؛ به طور مثال: نقطهٔ ذوبان وغلیان، لازم است تا انرژی اتصال اجزای متشکل مواد در حالت‌های سه گانهٔ مواد با هم مقایسه گردد . برای تبخیر یک جسم جامد صرف باید مقدار انرژی معادل؛ یعنی اختلاف این دوحالت را به این جسم داد.

مواد بلوری که صرف توسط قوهٔ لندون باهم متراکم شده اند ، به حرارت پائین ذوب شده ومایع حاصله از آن به آسانی غلیان می‌نماید، مثال آن را میتوان گازات نجیبه که منجمد گردیده باشد، ارایه کرد. گاز هیلیم به حرارت -269^0C ورادون به حرارت -62^0C غلیان می‌نماید.

اکثر مالیکول‌های مرکبات عضوی وغیر عضوی که مومنت قطبیت برقی آن‌ها ضعیف باشد، به صورت مستقیم تصعید می‌نمایید؛ به طور مثال : $CH_4(s)$ در -262^0C ، BF_3 در -101^0C و SF_6 در -64^0C تصعید می‌نمایید.

از آن جایی که قوهٔ لندون به اساس ازدیاد قطبیت مالیکول‌ها افزایش حاصل می‌نماید ، اکثر مواد دارندهٔ مالیکول‌های بزرگ، به اساس قوهٔ لندن باهم متراکم گردیده اند، به حرارت عادی حالت مایع را دارا بوده که مثال آنرا میتوان $Ni(CO)_4$ نقطهٔ غلیان 43^0C ، CCl_4 نقطهٔ غلیان، 77^0C, N_3H_6 با درجهٔ غلیان 53^0C ارائه نمود.

مالیکول‌ها در مایعات قطبی توسط عمل متقابل دای پول – دای پولی و رابطهٔ هایدروجنی باهم مرتبط و متراکم گردیده اند که این نوع ارتباط به مراتب مستحکم تر از ارتباط به اساس قوهٔ لندن و واندر والس بوده؛ ازین سبب نقطهٔ غلیان این نوع مواد بلند تر است ؛ به طور مثال: آب، امونیای مایع ، سلفوریک اسید ، کلوروفارم وغیره بنابر داشتن روابط دای پول – دای پولی

ورابطهٔ هایدروجنی دارای درجهٔ غلیان بلند اند.

مالیکولهای سبک تر از قبیل H_2O , H_2S , H_2Se , PH_3 و HI نوع مالیکول‌های قوی قطبی نبوده (الکترونیگاتیویتی این عناصر غیر فلزی مشابه به هایدروجن می‌باشد)؛ ازین سبب نقطهٔ غلیان این نوع مرکبات پایین است، با ازدیاد کتلهٔ مالیکولی شان، درجهٔ غلیان آن‌ها نیز افزایش حاصل می‌نمایند. اولین عضوسردستهٔ این مرکبات فوق الذکر عناصر گروپ های V الی VII (NH_3، H_2O و HF) در حالت مایع بین مالیکول‌های خود رابطهٔ هایدروجنی را بر قرار می‌نمایند ؛ بنابر این درجهٔ غلیان آن‌ها بلند می‌باشد؛ اما در مرکبات دیگر این سلسله رابطهٔ هایدروجنی موجود نبوده ودرجهٔ غلیان پایین را دارا اند.

مرکبات آیونی توسط قوهٔ بسیار قوی الکتروستاتیکی بین آیون‌های مخالف چارج شان باهم متراکم گردیده اند؛ ازین سبب آیون‌های آن‌ها را نمی‌توان به انرژی کم از هم دور نمود که همچو مواد دارای درجهٔ ذوبان وغلیان بلند میباشند. زمانی که به این مواد حرارت داده شود روابط شبکهٔ کرستالی آن‌ها قطع ودر نتیجه ذوب و بلاخره غلیان می‌نمایند.

ازدیاد چارج‌های برقی آیون‌های متشکل مواد بلوری باعث افزایش انرژی شبکهٔ کرستالی گردیده ودرجهٔ ذوبان وغلیان آن‌ها افزایش می‌نماید؛ به طور مثال: درجهٔ غلیان NaF مساوی به 997^0C واز MgO مساوی به 2800^0C می‌باشد.

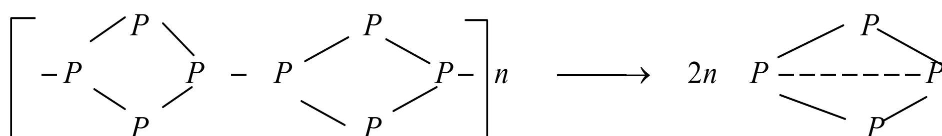
اجسامی که در حالت جامد روابط کولانسی مستحکم داشته و در حالت گاز روابط کولانسی ضعیف دارند، درجهٔ ذوبان وغلیان آن‌ها بلند بوده میتواند؛ به طور مثال: کاربن به شکل الماس وگرافیت به حرارت $3700°C$ تصعید می‌نماید و سلیکان دای اکساید که به $1710°C$ ذوب می‌گردد، به حرارت بالاتر از 2200^0C غلیان می‌نماید.

روابط چهار گانهٔ اتوم‌های کاربن در الماس که به حالت جامد قرار داشته باشد ، نوع رابطهٔ سگما بوده؛ اما اگر حالت گاز را داشته باشد، دو رابطهٔ σ آن به رابطهٔ π تبدیل گردیده و نوع رابطهٔ ضعیف می‌باشد:

جدول (5 – 6): انرژی تفکیک هلایدهای فلزات القلی در فاز جامد، مایع وگاز به KJ / mol

مرکب	$M-X(g)$ $M^{+}(g)+X^{-}(g)$ KJ/mol	$M-X(s)$ $M^{+}(g)+X^{-}(g)$ KJ/mol	تصعید ^{0}C	نسبت
LiF	766	1033	268	
$LiCl$	636	845	209	
$LiBr$	615	799	184	
LiI	573	741	167	
$NaCl$	644	916	272	
$NaBr$	556	778	222	
NaI	536	741	205	
KF	506	690	184	
KBr	582	812	230	
KI	494	707	213	
RbF	477	678	201	
$RbCl$	498	686	192	
$RbBr$	463	661	213	

اگر تعداد روابط کوولانسی در مالیکول‌های فاز گاز مساوی به تعداد روابط به حالت جامد آنها بوده باشـد وعین ثبات را با آنها داشته باشـد، عمل تبخیر آنها سریع و ساده صورت میگیرد، مثال آن را میتوان روابط پولی میرها که در صدها درجهٔ حرارت بر قرار می گردد، ارایه کرد؛ به طور مثال: فاسـفورس سـرخ در $280°C$ تصعید نموده ، دوباره به شکل فاسفورس سفید منجمد می گردد.



جدول (5 – 7): درجهٔ ذوبان هلایدهای پوتاشیم و نقره

مرکب	درجهٔ ذوبان	مرکب	درجهٔ ذوبان
KF	880^0C	AgF	435^0C
KCl	776^0C	$AgCl$	455^0C
KBr	730^0C	$AgBr$	434^0C



فعالیت

جدول (5 – 8) را به دقت مطالعه نموده درجهٔ ذوبان مرکبات درج شـده را باهم مقایسه نماییـد، علت تنقیص وازدیاد آن‌هـارا توضیح و هم چگونگی تفاوت آن‌هارا به اسـاس دلایل ارایه بدارید.

جدول (5 – 8): درجهٔ ذوبان وغلیان هلایدهای القلی‌ها والقلی‌های زمینی

مرکب	درجهٔ ذوبان	درجهٔ غلیان	مرکب	درجهٔ ذوبان	درجهٔ غلیان
KBr	730^0C	1380^0C	$CaBr_2$	765^0C	812^0C
CsF	684^0C	1250^0C	BaF_2	1280^0C	2137^0C

۵–۳–۲ : تأثیر قوه‌ها بالای انحلالیت

انحلالیـت و خصلت‌های دیگر اجســام حل شـده موضوع پیچیده بـوده ، درین جا صرف توضیحات مختصر ارائه می گردد.

محلول‌های اجســام غیر قطبی در محلل‌های غیر قطبی ساده ترین نوع محلول‌ها بوده ، قوه‌های که بین مادهٔ منحله ومحلل در محلول‌ها موجود اســت، نــوع قوهٔ لندن بوده و نوع قوهٔ ضعیف می‌باشد. موجودیت این قوه‌ها بین ذرات مادهٔ منحله ومحلل که منجر به انحلالیت وچسپش این دو مواد می گردد، تفاوت همچو محلول‌ها را با مخلوط گازات آیدیال افاده مینمایید.

در محلول‌های آیدیال اجســامی دارای مالیکول‌های غیــر قطبی، مرکبات آیونی محلل‌های بســیار قطبی مانند آب موجود اند، برای اینکه یک مرکب آیونی در محلل خوب حل گردد، باید بالای قوهٔ جذب بین ذرات آیونی در شــبکهٔ کرســتالی غلبه حاصل نمایید و انرژی جاذبهٔ

الکتروســتاتیکی بین آیون‌ها باید مغلوب گردد . در محلول‌های که آیون‌های مادۀ منحله توسط محللــی دارای ثابت دای الکتریک بلنــد ، (به طور مثال: $\overset{o}{\varepsilon} H_2O = 87$) تجرید می گردد . قوۀ جاذبه بین این آیونها کم بوده وبه آســانی یک دیگر را جذب کرده نتوانســته ورســوب تشکیل نمی گردد. قوۀ مذکور را میتون توسط قانون کولب توضیح کرد :

$$F = K\frac{q_1 \cdot q_2}{\overset{o}{\varepsilon} \cdot r^2}$$

درایــن فورمــول F قوۀ جذب بیــن ذرات آیونی مخالف العلامــه، K ثابت، q_1 و q_2 مقدار چارج‌ها ، r فاصلۀ دوچارج و $\overset{o}{\varepsilon}$ ثابت دای الکتریک محلل را افاده می‌نمایید .

یکــی از عوامل قابلیــت انحلالیت محلل‌ها عبارت از کواردینیشــن آن‌ها بــا اتوم‌های مرکزی مالیکول‌های مادۀ منحله می‌باشد . محلل‌های قطبی با کتیون‌های ماده منحله به خوبی کواردینیشن گردیــده وعوامل دیگر آن نوعیت آیونها ی شــامل محلول‌ها ؛ مانند: اندازه ، قابلیت تشــکیل روابط بین مالیکول‌های محلل وآیونها به جســامت آیون‌های این ماده وابســتگی دارد و انرژی شــبکۀ کرســتالی نیز به جســامت آیون مرکزی رابطه دارد . قوه‌های موجود در شبکۀ کرستالی (آیــون – آیون) از قوۀ بین مالیکول‌های محلل در مجــاور آیون (آیون – دای پولی) قوی تر اســت . اگر انرژی شبکۀ کرستالی نسبت به سلویشن(Solvation) بزرگ باشد ، محیط همچو محلولها سرد بوده ، در صورتی که انرژی شبکۀ کرستالی نسبت به انرژی سلویشن (Solvation) در محلول هاکمتر باشد ، محیط محلول‌ها گرم است.



خلاصۀ فصل پنجم

* مالیکول‌های مرکبات مختلف دارای خواص وساختمان مختلف بوده واجسام مختلف را با اشکال مختلف تشکیل می‌دهند. در همچو اجسام مالیکول‌ها به اساس یک قوه با هم متحد گردیده و اجسام دارای حالت‌های مختلف را تشکیل می‌دهند.

* درروابط کیمیاوی الکترونهای ولانسی اتومها سهیم بوده، مالیکول‌ها، آیونها ویا رادیکالها را تشکیل داده؛ اما مالیکول‌ها به اساس قوه‌های مختلف با هم متحد گردیده اجسام بزرگ را تشکیل می‌دهد.

* اشکال مختلف عمل متقابل بین اتومها ومالیکول‌ها موجود است که سبب تشکیل روابط بین آن‌ها می گردد، ازجمله عمل متقابل دای پول – دای پولی، عمل متقابل قوۀ واندرس – والس، لندون و رابطه هایدروجنی می‌باشد.

* دراجسام جامد ، مالیکول‌های قطبی غرض تشکیل ساختمان‌های منظم ، عمل متقابل را انجام داده ، عمل متقابل دایپول – دای پولی بین مالیکول‌ها زمانی انجام می‌پذیرد که مالیکول‌ها با هم نزدیک شده ، دراین صورت اینها یک دیگر راجذب واجسام جامد راتشکیل می‌دهند.

*انرژی ضروری برای جدا کردن روابط درشبکه کرستالی توسط آن مقدار انرژی تأمین می گردد که این انرژی درنتیجه عمل متقابل بین مالیکول‌های قطبی مادۀ منحله با مالیکول‌های محلل قطبی آزاد می گردد.

*بین مالیکول‌های غیرقطبی قوۀ جذب موجوداست . مطابق به تیوری لندون این قوه‌ها مربوط به پولاریزیشن لحظوی مالیکول‌ها می‌باشد که سبب عمل متقابل ثابت قوه‌های جذ ب می‌شوند.

*رابطۀ هایدروجنی یک نوع رابطه خاص کیمیاوی بوده که بین هایدروجن وعناصر الکترونیگاتیف (N , O , F) درصورتی برقرارمی گردد که اتوم هایدروجن به همین عناصرالکترونیگاتیف رابطه داشته باشد.

*مواد بلوری که صرف توسط قوۀ لندون باهم متراکم شده اند ، به حرارت پایین ذوب شده ومایع حاصله از آن به آسانی غلیان می‌نماید.

*قوۀ جاذبه بین آیونهای مواد در محلول‌ها زمانی کم بوده وبه آسانی یک دیگر را جذب کرده

نتوانسته و رسوب تشـــکیل نمی گردد که ثابت دای الکتریک محلل بزرگ باشد. قوهٔ مذکور را میتوان توسط قانون کولب توضیح کرد :

$$F = K\frac{q_1 \cdot q_2}{{}^{o}\varepsilon \cdot r^2}$$

*ازدیاد چارج‌های برقی آیون‌های متشـــکلهٔ مواد بلوری باعث افزایش انرژی شـبکهٔ کرسـتالی گردیده ودرجهٔ ذوبان وغلیان آن‌ها افزایش می‌یابد .

سؤالات فصل پنجم

سؤال‌های چهار جوابه

1 – مالیکول‌های اجسـام به اسـاس یک ---- با هم متحد گردیده و اجسام دارای ------ را تشکیل می‌دهند.

الف – قوه ، حالت‌های مختلف ب – رابطه ، حالت‌های مختلف ج – الف و ب هردو د – هیچکدام

2 – مالیکول‌ها به اساس قوه‌های مختلف باهم متحد گردیده ----- را تشکیل می‌دهند .

الف – مواد کوچک ب– اجسام بزرگ ج – ایون‌ها د – تماماً در ست است .

3 – موجودیـت کدام عناصر در مالیکول‌های مرکبات باعث رابطهٔ هایدروجنی بین مالیکول‌ها می گردد ؟

الـف – نایتروجن ، آکسـیجن ، فلوریـن وهایدروجن ب – تنها آکسـیجن ج – تنها فلورین د – هایدروجن

4 – شرط حتمی تشکیل رابطهٔ هایدروجنی کدام یک از موارد ذیل خواهد بود ؟

الف – موجودیت هایدروجن، ب – موجودیت سـه عنصرالکترونیگاتیف (فلورین ، آکسیجن ونایتروجن) ورابطهٔ هایدروجن به همین عنصر در مالیکول‌های مرکبات

ج– الف وب هردو، د – هیچکدام

5 – مواد بلوری که صرف توسـط قوهٔ لندون باهم متراکم شـده اند ، به حرارت--- ذوب شده ومایع حاصله از آن ------ غلیان می‌نمایند .

الف – پایین، به آسانی ب – بلند ، به مشکل ج – متوسط ، بطی د– بسیار بلند ، ساده

6 - انرژی ضروری برای جدا کردن روابط درشبکه کرستالی توسط آن مقدار انرژی تأمین می گردد که این انرژی در نتیجهٔ عمل متقابل بین مالیکول‌های قطبی مادهٔ منحله با مالیکول‌های محلل قطبی ---- می گردد .

الف - آزاد ب - جذب د- خنثی د - الف وب هردو

7 - اکثر مواد دارندهٔ مالیکول‌های بزرگ که به اساس قوهٔ لندون باهم متراکم گردیده اند ، به حرارت عادی ----- را دارا بوده

الف - حالت جامد ب - حالت گاز ج - حالت مایع د - حالت پلازما

8 - اجسامی که در حالت جامد روابط کولانسی مستحکم داشته ؛اما در حالت گاز روابط کولانسی ضعیف دارند ؛ درجهٔ ذوبان وغلیان آن‌ها ----- بوده میتواند

الف - بلند ب - پائین ج - متوسط د - بسیار پائین

9 - ازدیاد چارج‌های برقی آیون‌های متشکل مواد بلوری باعث افزایش انرژی شبکهٔ کرستالی گردیده ودرجهٔ ذوبان وغلیان آن‌ها ---- می‌نماید .

الف - تنزیل ب - افزایش ج - تغییر نمی‌نماید د - فوق العاده تنزیل

10 - اگر روابط کوولانسی در مالیکول‌های فاز گاز مساوی به تعداد روابط به حالت جامد آن‌ها بوده باشد وعین ثبات را به آن‌ها داشته باشد ، عمل تبخیر آن‌ها -------- و ساده صورت میگیرد .

الف - سریع ب - بطی ج - کمتر د - هیچکدام

سؤال‌های تشریحی

1 - کدام شرایط برای تشکیل رابطهٔ هایدروجنی لازم است ؟ درباره معلومات ارایه دهید.

2 - کدام اشکال قوه‌های بین مالیکولی در مواد ذیل ملاحظه می گردد؟

الف- $HBr(g)$ ب - $Br_2(g)$ ج - $ICl(g)$ د - $HF(l)$

3 - درجهٔ غلیان آب $100°C$ بوده ومرکبات د یگرسلسلهٔ عناصرهم گروپ آکسیجن (O_2) پایین بوده ودرسلسله دیگر مرکبات درجهٔ غلیان HF (19^0C) بلند ومرکبات دیگرعناصر گروپ فلورین ((F_2)) پایین است ، علت آن را توضیح کنید.

4 - مرکبات ذیل را به اساس ازدیاد درجهٔ غلیان تنظیم نموده وحل خود را توضیح نماید

.

الف - C_4H_9-OH ب - $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$ ج- $(CH_3)_3CCH_3$

د - N_2

5 – قــوهٔ جــذب بین ذرات مواد بالای درجــهٔ ذوبان وغلیان آن‌ها چه تأثیــر دارد ؟ معلومات دهید.

6 – در انحلالیت مواد کدام قوه‌ها تأثیر دارد ؟ معلومات ارائه دهید.

7 – کدام فکتورها در انحلالیت آیون‌ها مؤثر اســت ؟ ثابت دای الکتریک چیســت؟ در مورد معلومات دهید.

8 – در مورد فرق بین روابط کیمیاوی وقوهٔ بین مالیکولی معلومات ارائه دهید.

فصل ششم



حالات ماده

بـه اطراف خویش مـواد مختلف را بـه حالت‌های مختلف مشـاهده می‌نمایید، آیا میدانیـد که مـاده در طبیعت به چند حالت یافت می‌شـود؟ حالت‌های ماده مربوط به کدام شرایط است؟ ماده در حالت‌های مختلف دارای کدام خصوصیات است؟ حالت گاز ، مایـع و جامد ماده را چطور میتوان به یک دیگر تبدیل کرد؟ کدام شـرایط در تغییرات حالت‌های ماده به یک دیگر رول اساسی را دارا اند؟

با مطالعۀ این فصل میتوان راجع به حالت‌های ماده معلومات حاصل وبه سـؤالات فوق جواب ارائه کرد وهم امثال این نوع سؤالات را حل کرد.

۶ - ۱ – جامدات ، مایعات و گازات

هر ماده میتواند نظر به شـرایط محیطی سـه حالت « جامد، مایع و گاز » را داشته باشد. گرچه در حالـت عادی مواد به حالت گاز کمتر یافت می گردد ؛ امـا گازات از اهمیت خاصی برخوردار انـد؛ به طور مثال: موجودات حیه از جمله انسـانها در داخل محلول گازی زنده گی می‌نمایند. اتموسـفیر زمین مخلوطی از گازها اسـت که قسـمت زیاد آن از نایتروجن و آکسیجن تشکیل گردیده است.

گازات موادی اند که ذرات تشـکیل دهندهٔ آنها بالای یک دیگر تأثیر کمتر داشته وقوهٔ جذب ذرات آنها باهم کمتر است وحرکت نامنظم را دارا اند. به حرارت بلند وفشار کم حرکت ذرات گازات سریع است. خواص جامدات از خواص گازات فرق داشته ، گازات دارای کثافت کمتر بـوده، در حالیکـه جامدات کثافت بزرگ را دارا اند. گازات در نتیجهٔ فشـار متراکم شـده؛ اما جامدات کمتر خاصیت تراکم شـدن را دارا اند؛ زیرا قوهٔ جذب بین ذرات آنها به مراتب بیشتر از قوهٔ جذب بین ذرات گازات می‌باشـد. جامدات سخت وشکننده بوده؛ در حالیکه گازات این خواص را دارا نیستند.

مایعات خاصیت خاصی را نسـبت به جامدات وگازات دارا بـوده؛ به طور مثال: قوهٔ جذب بین ذرات مواد به حالت مایع بیشـتر بوده؛ اما نسبت به جامدات ضعیف می‌باشد . اشکال ذیل ذرات مواد را در سه حالت آنها نشان می‌دهند:



شکل (6 – 1): حالت جامد، مایع وگاز

موادی دارای حالت جامد ومایع تقریباً دارای عین کثافت می‌باشند که مثال آنرا می‌توان کثافت آب جامد، مایع وگاز (بخارات آب) ارائه کرد. جدول ذیل را ملاحظه نمایید:

.

جدول (6 – 1): سه حالت آب به حرارت‌های مختلف.

حالت / مشخصات	مایع آب	جامد آب	گاز (بخارات) آب
کثافت	$0.997 g/cm^3$	$0.9168 g/cm^3$	$0.326 g/cm^3$
درجهٔ حرارت	$25^0 C$	$0^0 C$	$400^0 C$

۶ –۱ –۱: بعضی مشاهدات اولیهٔ جامدات

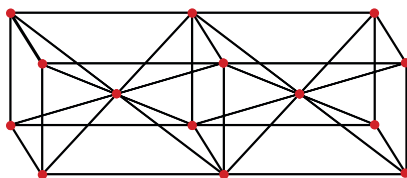
تعریف مادهٔ جامد: ماده جامد، کتله، حجم و شکل معین را دارا است، یا تعریف جامع مواد جامد این است که اجزای تشکیل دهندهٔ مواد جامد بانظم خاص و متواتر در کنار هم دیگر قرار دارند.

۶ - ۱ - ۲: بلورها(Crystal)

یکی از خصوصیات برازندهٔ جامدات شکل کرستالی آن‌ها بوده که ساختمان بلوری را دارند. در مباحث مختلف راجع به نظام اتوم‌ها یک ساختمان سه بعدی از اتوم‌ها در یک جامد صحبت به عمل آمده است، این ساختمان سه بعدی را یک شبکه بلوری می‌نامند. انواع و اشکال شبکه‌های بلوری قرار ذیل است:

۶ – ۱ - ۲ - ۱ : شبکه فضایی

ساختمان منظم هندسی نقاط را در فضا به نام شبکه فضایی یاد می‌نمایند. در شکل (6 – 2) یک نوع شبکه فضایی به ملاحظه می‌رسد که توسط خطوط با یک دیگر وصل گردیده اند، اگر تصور گردد که توصل اتوم‌ها ی آهن در چنین شبکه‌ها قرار دارد، طوریکه مرکز هر اتوم آهن بالای یک نقط در چنین شبکه واقع باشد، دراین صورت قسمتی از شبکه بلور آهن دیده می‌شود که آن را در سمت راست همین شکل ملاحظه می‌توان کرد.

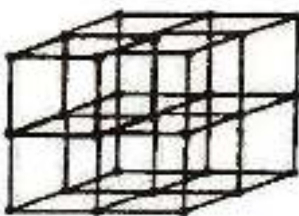
شبکهٔ بلوری   شبکهٔ فضایی

شکل (6 – 2): شبکه فضایی بلوری .

یک شبکه بلوری ممکن به شکل یک شبکه فضایی تصور گردد که در آن نقاط مختلف را اتومها آیون ها و یا مالیکول‌ها و یا گروپی از آن‌ها اشغال کرده باشد . ساختمان ذرات دریک شبکهٔ بلوری به طور متوالی در سه بعد تکرار می‌شود تا سرحدهای فزیکی هر بلور واحد حاصل گردد.

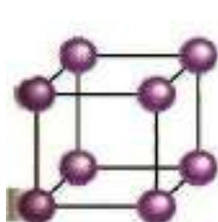
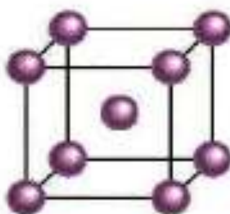
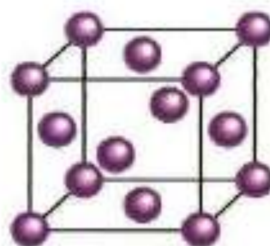
غرض توصیف یک شـبکهٔ بلوری لازم اسـت تا سلول و یاحجرهٔ واحد را تعریف نماییم ، یک حجره واحد قسـمتی از شـبکه بلوری بوده که با حرکت دادن آن مطابق به قواعد معین می‌توان شبکهٔ کامل بلوری را حاصل کرد .

حجرهٔ واحدی که به طور معمول برای شـبکه فضایی انتخاب می گردد ، دارای شـکل مشخص اسـت، این حجرهٔ واحد دارای شـش وجه بوده که هر وجه آن یک متوازی الاضلاع اسـت . شـکل (6 – 3) یک شـبکه مکعبی سـاده و یک حجرهٔ واحد را نشـان می‌دهد و دراین حجرهٔ واحد مکعبی در هر کنج آن تنها یک نقطه موجود است که به نام حجره واحد مکعبی ساده یاد می‌شود، در ضمن این حجرهٔ واحد مکعبی یک حجرهٔ واحد اساسی است.



شکل (6 – 3): یک شبکهٔ فضایی مکعبی ساده و واحد حجروی آن .

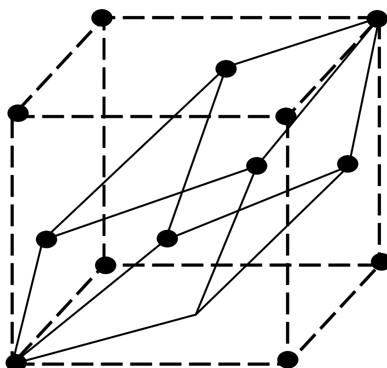
دو نوع دیگر شبکه‌های فضایی مکعبی نیز موجود است که حجرات واحدی آن‌ها معمولاً دارای مرکــز ویا غیر متناظر می‌باشــد (مانند شــکل (6 – 4) . حجــرۀ واحد مکعبی دارندۀ مرکــز علاوه بر هشــت نقطۀ که در کنج‌هــای مکعب قرار دارند ، دارای یــک نقطۀ دیگر در مرکز مکعب نیز می‌باشــد و هم در هر وجه آن نیز یک نقطه موجود است. برای هر یک ازاین واحدهای حجروی دو مودل ارائه گردیده است، یکی مودل توپ و میله و دیگر آن کره‌های بزرگ است.






شکل (6 – 4): سه واحد حجروی مکعبی توپ ، میله و کره‌های بزرگ



شکل (6 – 5): شبکۀ فضایی مکعبی ساده و واحد حجروی آن

در شــکل (6 - 5) یک حجره واحد مکعبی با وجوه مرکز دار (غیر اصلی) ملاحظه می گردد و هم یک حجره واحد به ملاحظه می‌رسد که نوع اصلی می‌باشد.

فعالیت

با استفاده از چند گلولهٔ پلاستیکی وسرش مناسب هریک از حجرهٔ های مکعبی، ساده، مرکز وجوه پررا آماده ساخته وآن را نمایش دهید.

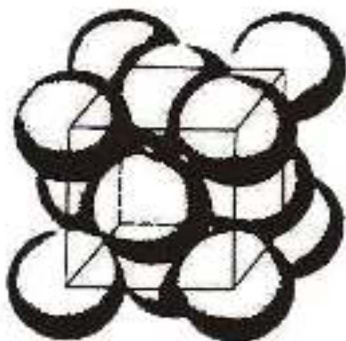
مشق و تمرین

هر سلول واحد مکعبی از چندین اتوم پر خواهد بود ،این سلول را توضیح نمایید.

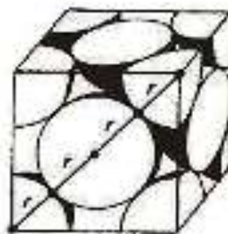
اتصال متراکم ذرات در کرستال‌ها

در اکثری از شــبکه‌های بلوری ترتیب اتوم‌ها به شــکل اتصال متراکم اســت یا به عبارت دیگر سطح اتصالی اتوم‌ها در شبکهٔ بلوری اعظمی می‌باشد؛ به طور مثال: حجم حجرهٔ واحد که توسط اتوم‌ها اشغال گردیده است ، مشخص می گردد.

مثال : ارگون در ساختمان مشابه شکل (6 – 6) تبلور حاصل می‌نماید ، سویهٔ اتصال ذرات اتوم‌ها را در ارگون جامد محاسبه نماید.



(الف)



(ب)

شکل (6 - 6): ارگون با یک ساختمان مکعبی با وجه مرکز دار.

الــف – مــودل کره‌های بزرگ ، ب – این مودل قســمی از اتوم‌هــا را در حجرهٔ واحد مکعبی نشان می‌دهد.

حل: نخست حجمی را که اتوم‌ها ی کروی جامد در یک حجرهٔ واحد اساسی اشغال می‌نمایند،

محاسـبه می‌نماییم . برای این منظور لازم اسـت تا دریافت نماییم که چند اتوم ارگون به هر حجرۀ واحد قرار دارد. هر حجره هشـت اتوم را در رأس‌ها، شـش اتوم را در مرکزهای سطح خود دارد ؛ اما هر یک از رأس‌ها ی یک حجرۀ واحد، رأس‌های برای هفت حجرۀ واحد دیگر نیز می‌باشـد ؛ بنابراین تنها $\frac{1}{8}$ حصۀ رأس هر اتوم به یـک حجرۀ واحد تعلق میگیرد؛ هم چنان هر یک از شـش اتوم موجود در مرکز سطح بین دو حجرۀ واحد مجاور مشترک بوده، صرف نصف هریکی از اتوم‌های مشترک به هر حجره تعلق میگیرد.

چون هشـت اتوم در رأس‌ها و شـش اتوم در مراکز سـطح حجرۀ واحد موجود است، تعداد مجموعی اتوم‌های ارگون که به هر حجره واحد تعلق دارد، عبارت اسـت از اتوم‌های رأسـها بوده که قرار ذیل محاسبه می گردد:

اتوم‌ها ی رأس: $8 \cdot 1/8 = 1$

اتوم‌ها ی مرکزسطح : $6 \cdot 1/2 = 3$

تعداد مجموعی اتوم‌ها درفی واحد حجره واحد: $1 + 3 = 4$

$V = \frac{4}{3}\pi r^3$ (حجم کره)

در ارگون جامد ویا مرکباتی که دارای سـاختمان مکعبی بـا وجه مرکز دار اند ، به هر حجرۀ واحد چهاراتوم تعلق دارد .

$V = \frac{4}{3}\pi r^3 = 4 \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{16}{3}\pi r^3$ حجم چهاراتوم کروی

حـال حجـم حجـرۀ واحـد را بر حسـب r دریافـت می‌نماییم ، قرار شـکل (6 - 6) میتـوان دریافت کرد که قطر یک وجه حجرۀ واحد مسـاوی به $4r$ بوده ؛ بنابراین با اسـتفاده از فورمولهای ریاضیکی میتوان طول یک یال (e – فصل مشـترک دو مسـتوی یا دو وجه در منـــــــشور متوازی السطوح و هرم را یال می‌نامند) را به دست آورد.

$(4r)^2 = e^2 + e^2$ پس $2e^2 = 16r^2$

$e^2 = 8r^2$ و $e = 2r\sqrt{2}$

چون حجم حجرۀ واحد (Vcell) $Vcell = e^3$ است؛ پس حاصل می‌شودکه:

$V = [2r\sqrt{2}]^3 = 16r^3\sqrt{2}$

نسبت حجمی حجره واحد را که اتوم‌ها ی ارگون اشغال کرده عبارت است از:

$$\frac{V}{V_{Cell}} = \frac{16/3\pi r^3}{16r^3\sqrt{2}} = \frac{\pi}{3\sqrt{2}} = 0.74$$

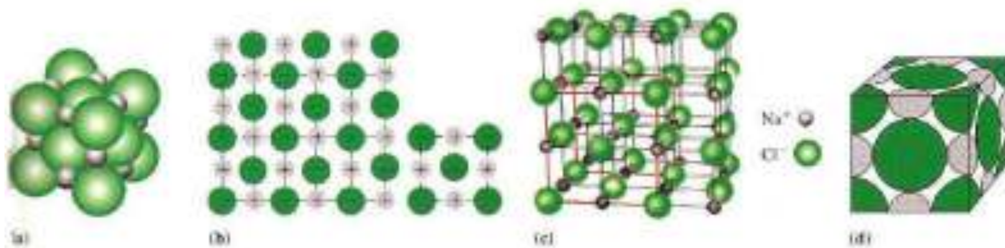
$$\text{فیصدی اتصالات} = 0.74\cdot 100 = 74\%$$

عناصری که در ساختمان‌های با اتصال متراکم متبلور می گردند ، عبارت از تمام گازات نجیبه و اضافه تر از 40 عنصر فلزی است. بعضی از اجسام مالیکولی مانند H_2، CH_4 و غیره نیز دارای ساختمان بلوری با اتصال متراکم اعظمی ذرات می‌باشند.

سودیم کلوراید

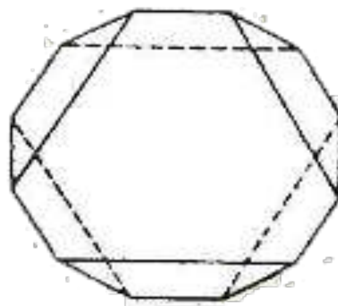
ساختمان بلوری $NaCl$ به صورت مکعب با سطوح مرکز دار بوده که آیون های Cl^- کنج‌ها و وسط آن‌ها را اشغال می‌نماید ؛ اما طوری که در شکل دیده می‌شود، آیون های Na^+ وسط مکعب و وسط وجوه را نیز اشغال کرده اند.

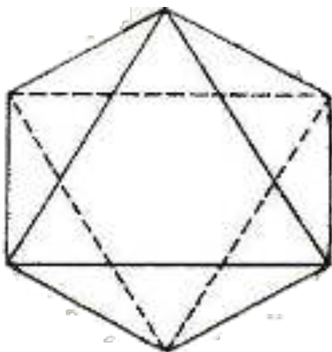
در صورتی که در مقابل هر Na^+ یک Cl^- موجود باشد، دراین صورت وضعیت روشن خواهد بود. با در نظر داشت اینکه در یک شبکه سه بعدی آیون های کلوراید Cl^- که در کنج‌های سیستم قرار دارند، به هشت مکعب تعلق دارند، دراین صورت از 8 آیون کلوراید موجود در کنج‌ها فقط یکی $(8\cdot\frac{1}{8}=1)$ به هر حجره واحد تعلق میگیرد و در ضمن تمام سطوح در مرکز خود دارای یک آیون کلوراید می‌باشند. چون هر یک از سطوح به دو مکعب تعلق دارد ، بنابراین از مجموعهٔ شش آیون کلوراید موجود در وسط سطح، سه آن $(6\cdot\frac{1}{2}=3)$ به هر سلول واحد اساسی مربوط می‌باشد. پس در مجموع در شش عدد حجره واحد ، چهار واحد کلوراید Cl^- موجود می‌باشد؛ به همین ترتیب در فی عدد حجره واحد چهار آیون Na^+ نیز موجود است، یعنی یک آیون کلوراید بایک آیون سودیم در حجره واحد مطابقت دارد ،پس فورمول سودیم کلوراید $NaCl$ است.



شکل (6 – 7): حجره واحد $NaCl$ مودل توپ و میله .

هر قدر که سرعت رشد و تشکیل بلورها بطی باشد، به همان انداز کرستال‌های باکیفیت و خوب تشکیل می گردد. شکل (6 – 8) کرستال کامل طبیعی مرکب زمچ $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ را نشان می‌دهد:



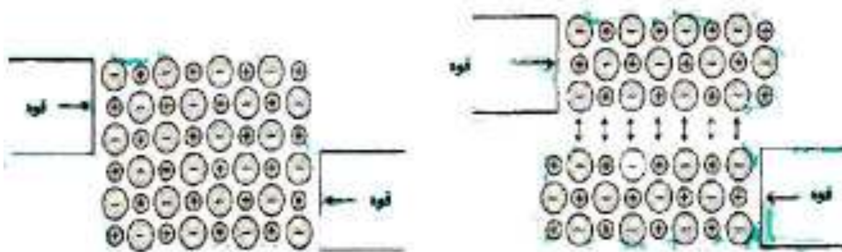


شکل (6 – 8): بلورهای کامل و از شکل طبیعی کامل خارج شدهٔ $KCr(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

۶ - ۱ - ۳ : انواع جامدات

خواص جامدات تا حدی به اشکال هند سی شبکه‌های بلوری آن‌ها، خاصیت واحدهای قرارداده شدهٔ، یعنی اتوم‌ها، آیون ها و مالیکول‌ها در نقاط شبکه و قوه بین آن‌ها مربوطه می‌باشد، به این اساس می‌توان جامدات را به چهار نوع ملاحظه کرد که عبارت از آیونی، مالیکولی، کولانسی و فلزی می‌باشند.

۱ – جامدات آیونی: در شبکهٔ جامدا ت آیونی، آیون‌های مثبت و منفی موجود است، چون قوه‌های الکتروستاتیکی (روابط آیونی) بین آن‌ها قوی بوده و بی ترتیب ساختن این نوع شبکه‌ها امکان ناپذیر است؛ ازاین سبب جامدات متشکل از آیون‌های سخت اند ؛ اما این نوع جامدات شکننده بوده؛ به طور مثال: یک بلور $NaCl$ در مقابل شکننده‌گی مقاومت شدید نموده ؛ اما در صورتی که بشکنند، به پودر مبدل می گردد.



شکل (6 – 9): شکننده گی جامدات آیونی .

جامدا ت آیونی دارای نقط ذوبان بلند بوده و توام به شکستن شبکه بلوری می‌باشند . چون روابط آیونی فوق العاده مســتحکم بوده ؛ بنابرآن ذوب آنها به حرارت بلند صورت میـــگیرد؛ به طور مثال : $NaCl$ بـــه حرارت $800°C$ ذوب می گردد. هدایت برقی جامدات آیونی ضعیف بوده؛زیرا آیون‌های آنها آزادانه حرکت کرده نتوانســته؛ اما درحالت مذابه دارای هدایت برقی بلند می‌باشند.

فکر کنید :

شعاع آیونی، آیون‌های Na و Cl بترتیب 116pm و 167pm است، حجم Na و Cl را به متر مکعب وسانتی متر مکعب و کثافت مولی آن را در یافت نمایید.

۲ – جامــدات مالیکولــی : درجامدات مالیکولی واحدهای که نقاط یک شــبکه را تشــکیل می‌دهد ، مالیکول‌ها اســت و در هر مالیکول اتوم‌ها به اســاس قوهٔ کوولانســی ترکیب شده اند، رابطه اشــتراکی بین آنها موجود می‌باشــد، بین مالیکول‌ها در اجسام جامد مالیکول قوهٔ ضعیف واندر– والس موجود است . قوه واندر– والس انواع مختلف را دارا است که مهم ترین آنها قوهٔ دای پول – دای پولی (Dipol –Dipoly) و قوهٔ لندن (London) است.

قوهٔ دای پول – دای پولی عمل متقابل الکتریکی بین مالیکول‌های پولار Polar اســت ، شکل ذیل به طور شیماتیک یک جوره مالیکول‌های دوقطبی مجاور یک دیگر را در یک شبکه نشان می‌دهد. قوهٔ دای پول – دای پولی نسبت به قوهٔ آیونی کوولانسی ضعیف است.

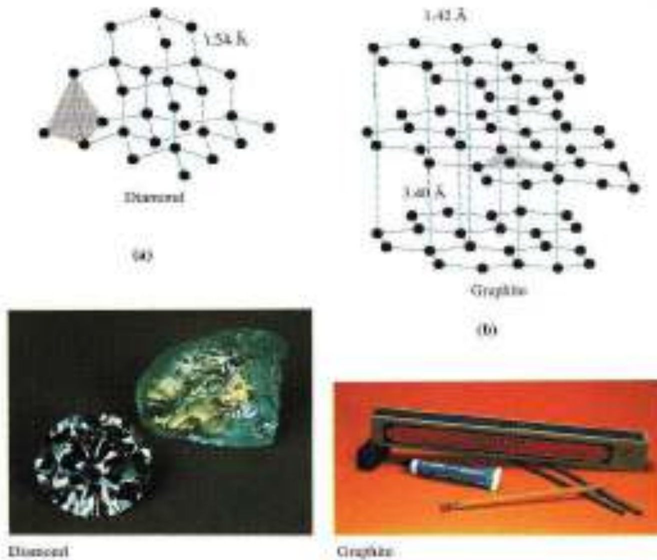




شکل (6 – 10): قوه‌های دای پول – دای پولی

۳ - جامدات کوولا نسی

جامدات کوولانسی را بعضاً به نام جامدات اتومی نیز یاد می‌نمایند . دریـن نوع جامدات واحدی‌های تشکیل دهنده در نقاط شبکه توسط رابطهٔ کوولنت با یک دیگر وصل گردیده اند. اتوم‌ها شبکهٔ سه بعدی را ایجاد میکنند که حدود فزیکی بلور گسترده وتوسعه شده میباشند. مثال ساده جامد کوولانسی سلیکان کار باید SiC است . در شبکهٔ این ماده هر اتوم Si در ترتیب چهار وجهی با چهار اتوم کاربن را بطه داشته وهر اتـوم کاربن با چهار اتوم Si رابط برقرار نموده ودر نتیجه مادهٔ سخت جامد بلوری را تشکیل داده است، در جـــهٔ ذوبان این نوع جامدات بلند بوده ؛ زیرا اتوم‌ها با روابط قوی در شبکه با هم قرار داشته و چون دراین نوع جامدات آیون ها والکترون‌های متحرک موجود نیست ؛ از این سبب هادی برقی نمی‌باشند . الماس نیز از جملهٔ نوع جامدات کوولانسی بوده که هر اتـوم کاربن با چهار اتوم دیگر آن رابطه دارد.



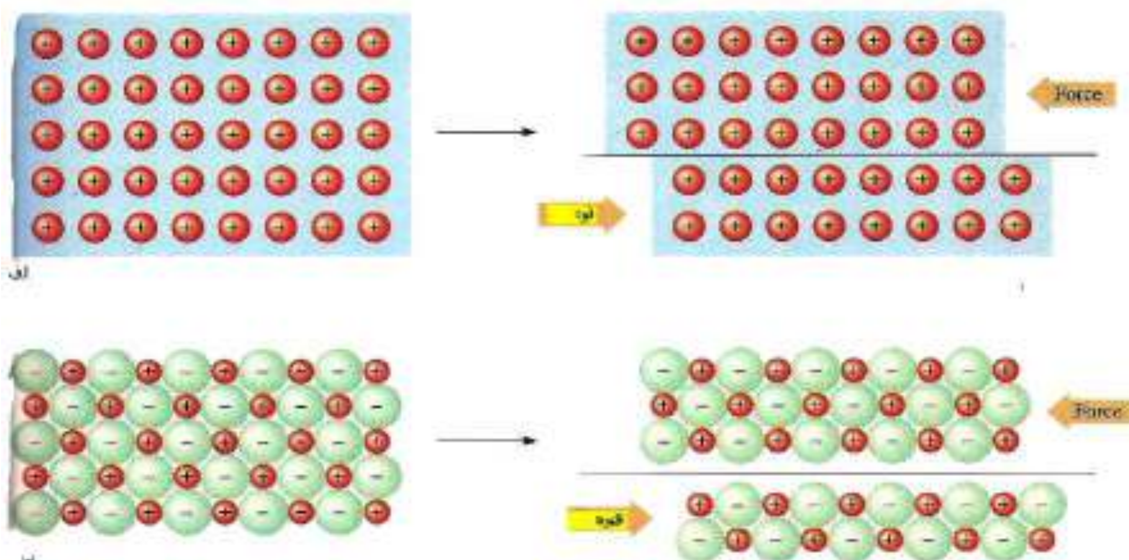
شکل (6 – 11): ساختمان جامد گرافیت و الماس .

۴ – جامدات فلزی

در یک جامد فلزی، واحدهای که نقاط شبکه را اشغال می‌نمایند ، آیون‌های مثبت بوده که مثال آن را می‌توان جامد سودیم ارایه کرد. آیون های Na^{+} نقاط یک شبکه مکعبی مرکز دار را اشغال کرده اند.

سودیم (Na) یک الکترون خود را غرض تشکیل ابر الکترونی مجموعی شبکه از دست داده و الکترون‌های از دست داده شده در اختیار یک و یا دو اتوم نبوده؛ بلکه در تمام شبکه در حال شنا و حرکت می باشند و غیر مستقر اند. این نوع الکترون‌ها را به نام الکترون‌های آزاد یاد میکنند. بین آیون‌ها و ابر الکترونی یک قوهٔ جاذبه خوبی موجود است که این قوهٔ جاذبهٔ ساختمان شبکه را ثابت و پایدار می‌سازد و هم زمان اجازه می‌دهد که بدون فرو پاشی شبکه تغییر شکل نماید؛ از این سبب سودیم و بعضی فلزات دیگر نرم می‌باشد و به ساده گی تغییر شکل می‌نماید. بعضی فلزات بسیار سخت بوده که مثال آن را می‌توان ولفرام (W) و کرومیم(Cr) ارائه کرد، در این نوع فلزات رابطه قطبی بوده، ازین سبب تمایل دارند تا انعطاف ساختمان را کمتر و از تغییر شکل آن جلوگیری نمایند. درجهٔ ذوبان فلزات بنابر دلایل فوق در انتروال وسیع قرار دارد؛ به طور مثال: درجهٔ غلیان کرومیم 89^0C؛ اما از ولفرام 3415^0Cاست.

الکترون‌های آزاد فلزات سبب هدایت حرارتی و برقی آن‌ها شده ، الکترون‌ها می‌تواند از یک قسمت فلز به قسمت دیگر آن حرکت نمایند که بدین اساس هدایت الکتریکی و حرارتی را سبب می گردند. الکترون‌های متحرك و آزاد در فلزات سبب جلای آن‌ها نیز شده، الکترون، نوری را که به سطح فلز بر خورد می‌نمایند ، جذب نموده و دوباره به اطراف منتشر می‌سازد، این عمل طوری اتفاق می‌افتد که یک سطح فلزی نور را در تمام جهت‌ها منتشر می‌سازد:

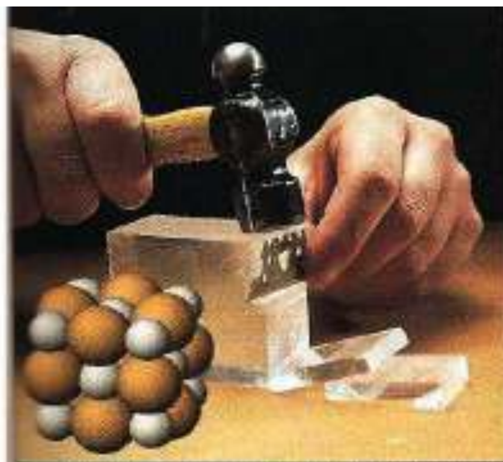


شکل (6 – 12): شبکهٔ فلزی در فلز جامد .

۵– جامدات امورف

به حرارت‌های پایین مایعات فوق العاده سرد شده ، این حالت مایع را به نام مـــایع سرد شده یـــاد میکننـــد، هر قدر که حرارت ماده کم شـــود ، به همان اندازه مایع حالت ســیال خود را از دست داده وبه حالت جامد نزدیک شده تا این که حالت جامد را اختیار نموده، دراین صورت ماده حالت ســخت را به خود حاصل ،حجم وشــکل معین را دارا می‌باشد؛ اما ازنظر ساختمان داخلی، اجزای متشــکلۀ آن‌ها به شکل نا منظم قرار داشــته، این نوع جامدات را به نام امورف (Amorph) (بدون شــکل) یاد می‌نمایــد وجامـــــــدات دارای ســاختمان منظم را به نام جـــــامدات بلــوری (Crystal)یاد می‌نمایند.





ب الف

شکل (6 –13): الف – کرستال، ب – امورف.

دراین جا ســؤال پیدا می‌شــود که جامدات امورف را می‌توان جامد گفت؟ لاکن باید گفت که هرشــی دارای حجم وشــکل معین را می‌توان جامد گفت؛ اما جامــدات امورف از لحاظ ساختمان داخلی به مایعات شباهت دارند. شیشه نیز از جمله جامدات امورف است.

۶-۱ - ۱: خواص جامدات

جامدات دارای حجم و شــکل معین بوده؛ اما اگر حرارت آن‌ها بلند برده شــود ،کمتر منبسط می گردند. ضریب انبســاط حرارتی (تغیرنســبتی حجم برافزایش حرارت به اندازه یک درجه) جامدات نســبت به گازات بســیار کوچک است، تأثیر فشــار بالای جامدات بسیار کم است .

جامـدات تقریبـاً غیر قابل انقباض اند ؛ به طورمثال : اگر خواسـته باشـیم که حجم یک مقدار نمونه نقره را به نصف برسـانیم، باید بالای آن $5\cdot10^5\,atm$ فشار وارد گردد. وابسطه گی حجم جامدات با فشار وحرارت مربوط به ساختمان آن‌ها می‌باشد . فاصله بین اتوم‌ها و مالیکول‌ها در جامدات بسـیار کم بوده؛ اما در گازات این فاصله زیاد است. برعلاوه ساختمان، تقریباًغیر قابل تغییر، یک مادۀجامد نشـان می‌دهد که در سـاختمان جامدات مالیکول‌هـا و اتوم‌ها با هم دیگر رابطۀ مستحکم بر قرار نموده و حرکت ما لیکول‌ها در جامدات بطی و حتی به ملاحظه نمی‌رسد. مایعات به سرعت زیاد جاری شده و چون در مایعات مالیکول‌ها به آسانی یکی بالای سطح دیگر لغزیده و روی همین علت اسـت که مایعات شکل ظروفی را به خود اختیارمی نمایند که در آن قرار داشـته باشـند، از طرف دیگر قوۀجذب بین مالیکولی در مایعات نسبت به گازات بیشتر و قوی تر بوده، این عامل سـبب می‌شـود تا مقاومت داخلی در مقابل جاری شدن یک مایع نسبت به گازات بیشتر باشد.

۶ -۲ : مایعات

مایعات را میتوان به دو طریقه بدست آورد:

1 – طریقه ذوب جامدات

2 – طریقه مایع ساختن گازات

در طریقۀ اول مادۀ جامد انرژی را جذب نموده و این انرژی به ازدیاد انرژی حرکی ذرات آن به مصرف می‌رسد. در طریقۀ دوم قوۀ جاذبه بین مالیکول‌های مواد در فاز گازی زیاد شده و سیستم به محیط ماحول انرژی داده و به مایع تبدیل می گردد ؛ چون ذرات تشـکیل دهندۀ مـایعات با هم خیلی نزدیک اسـت؛ از این سبب مایعات مشـابه به جامدات بوده می‌تواند و از طرف دیگر چـون مالیکول‌ها و ذرات مایعات آزادانه حرکت کرده می‌توانند؛ بنابراین مشـابه به گازات نیز بوده می‌تواند .

۶ –۲ – ۱ : خواص عمومی مایعات

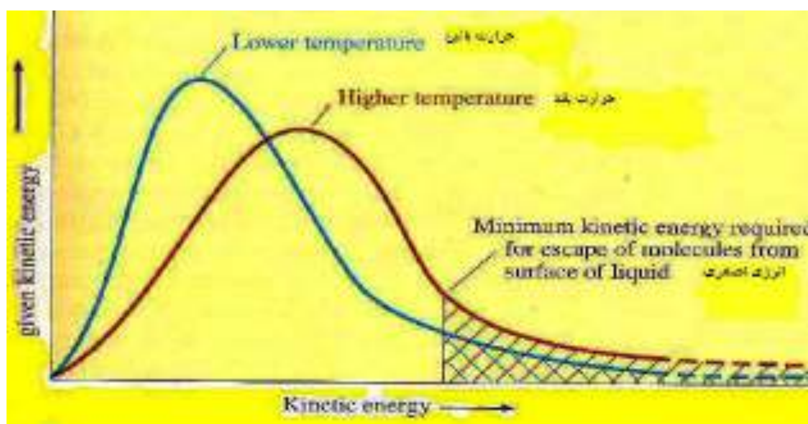
مایعات به سـرعت زیاد جاری شـده و چون در مایعات مالیکول‌ها به آسـانی یکی بالای سطح دیگر لغزیده و روی همین علت است که مایعات شکل ظروفی را به خود اختیارمی نمایند که در آن قرار داشته باشند، از طرف دیگر قوۀ جذب بین مالیکولی در مایعات نسبت به گازات بیشتر و قوی تر بوده، این عامل سبب می‌شود تا مقاومت داخلی در مقابل جاری شدن یک مایع نسبت به گازات بیشتر باشد.

۶–۲-۱–۱: مقایسه انتشار مایعات با گازات

چون حجم گازات را اکثراً فضای خالی تشکیل داده و تصادم مالیکول‌ها در آن‌ها کـم است؛ اما این مطلب در مایعات کمتر موجود بوده؛ بنابراین گفته میتوانیم که انتشـار مایعات نسـبت به گازات سریع بوده و برخورد مالیکلول‌ها در مایعات زیاد تر است؛ ازین سبب حرکت آن‌ها به سمت معین صورت نمی‌گیرد؛ به طور مثال: اگر یک قطره رنگ مایع را در آب علاوه نماییم، دیده خواهد شـد که رنگ درآب به آهسـتگی منتشر می‌گردد و تمام حجم ظرف پراز آب را احتوا می‌کند، قابلیت تراکم پذیری مایعات نسـبت به گازات کمتر است، مایعات دارای حجم خاص مربوط به خود بوده، گرچه شـکل مایع تابع شـکل ظرف است؛ اما یک مایع برخلاف گازات تمامی حجم ظرف را اشـغال نمی‌کند. قوهٔ جاذبه مالیکول‌ها باعث تراکم نسـبی آن‌ها نسبت به گازات می‌گردد.

مایعات دارای کشش سطحی بوده ، کشش سطحی عبارت از میل یک مایع جهت کاهش سطح خود می‌باشد که آن را تبارز می‌دهد و ناشی از عدم توازن قوه‌ها در سطح مایع است ، طوری‌که مالیکول‌هـای داخلی باعث کشـش مالیکول‌های خارجی به داخل می‌گـردد ، دراین صورت بالای مالیکول‌های سطحی قوه موثری جهت خنثی نمودن قوه داخلی موجود نمی‌باشد.

۶–۲–۱–۲: تبخیر و فشار بخار مایعات



شکل (6 – 14): توزیع انرژی مالیکولی در یک مایع .

یکی از خواص مهم مایعات عبار ت از تبخیر آن‌ها اسـت، سـرعت مالیکول‌های مایع مانند سرعت مالیکول‌های جامد و گازات مختلف بوده و در مقابل، انرژی حرکی مالیکول‌های مایع

نیز مختلف بوده و در هر لحظه بعضی از مالیکول‌ها سریع حرکت نموده و در آن محیط بعضی از مالیکول‌ها حرکت بطی را دارا اند. گراف فوق مطلب را به وضاحت توضیح می‌نماید.

گراف انرژیکی مالیکول‌ها در یک مایع و توزیع آن قرارشکل فوق توضیح می‌نمایند که در حرارت بلند اکثر مالیکول‌ها با انرژی حرکی بیشتر در محیط موجود می‌باشند . آن عده از مالیکول‌های که در سطح یک مایع قرار دارند ، در صورتی که خود را از قوۀ جاذبۀ مالیکول‌های دیگر نجات دهند، به بخار تبدیل می‌شوند که این عملیه را تبخیر می‌نامند ، عملیه تبخیر در هر لحظه امکان پذیر است . ازدیاد حرارت باعث از دیاد انرژی حرکی مالیکول‌های مایع شده ، عملیه تبخیر سریع می گردد.

۶–۲–۱–۳: درجه غلیان مایعات

اگر مایع دریک ظرف سر باز حرارت داده شود گرمای (حرارت) آن زیاد شده ،غلیان می‌نماید. در موقع جوش یک مایع به فشار ثابت نقطۀ جوش آن ثابت می‌ماند. در حقیقت به فشار ثابت حرارتیکه مایع در آن غلیان می‌نماید به نام نقطۀ جوش همان مایع یاد می گردد. در صورت غلیان یک مایع، فشار بخار یک مایع مساوی به فشار خارجی وارده یا اتموسفیر می‌باشد.

پروسۀ غلیان مایعات در ظروف سرباز رونما شده؛ اما در ظروف سربسته صورت نمی گیرد. در ظروف سرباز فشار وارده خارجی بالای مایع ثابت بوده و با تغییر فشار خارجی درجۀ غلیان نیز تغییر می‌نماید، طوری که با ازدیاد فشار درجۀ غلیان مایعات زیاد شده؛ اما با کاهش فشار حرارت غلیان مایع کم می‌شود؛ به طور مثال: درجۀ غلیان آب در یک اتموسفیر فشار 100^0C بوده؛ اما در مناطق مرتفع که فشار $650mmHg$ باشد، آب در 95^0C غلیان می‌نماید.



فعالیت

الف – حرارت غلیان آب در بلندی کوه زیاد است و یا در قسمت پایین آن، چرا ؟

ب – پختن کچالو در آب در بلندی کوه زمان بیشتر را در برمیگیرد ویا درقسمت پایین آن ؟

ج – آیا آبی که در بالای کوه می‌جوشد ، دست را بیشتر می‌سوزاند ویاآبی که در پایین کوه می‌جوشد، دست را بیشتر می‌سوزاند؟

پروسۀ غلیان در ظروف سربسته عملاً" به وقوع نمی‌پیوندد ؛ زیرا در ظرف سربسته بخارات جمع شده وسطح مایع را بخار احاطه نموده و فشار سطح مایع را افزایش بخشیده و مانع غلیان مایع می گردد ، درین صورت هر قدر که حرارت بالای آن زیاد گردد، به همان اندازه

فشـــار مجموعی درسطح مایع در ظرف سربسته زیاد شـــده و دراین صورت عملاً" پدیدۀ غلیان به وقوع نمی‌پیوندد و تمام مایع ظرف سربسته به بخار تبدیل می‌شود.



فکر کنید

الف - آیا عملیۀ جوشـــاندن در دیگ بخار سربسته بالای شعلۀ آتش قرار گرفته ، صورت میگیرد؟

ب – چرا در بالای دیگ‌های بخار سوراخ هارا به وجود می‌آورند تادر موقع مناسب باز وبخار خارج گردد ؟

ج – حرارت آب در دیگ بخار بیشتر است ویا اینکه در دیگ‌های سر باز، آب در کدام دیگ در حالت جوش بیشتر می‌باشد ؟

خلاصه اینکه حالت جامد و مایع ماده تقریباً مشابه بوده و از حالت گاز ماده فرق دارد .

۶-۲ – ۱–۴ : حرارت وتغییرات ماده

اگر یک مادۀ جامد حرارت داده شـــود ،کدام پدیده دیده خواهد شـــد؟ به صورت عموم مادۀ جامد ذوب شـــده به مایع تبدیل می گردد، اگر مایع حاصله هنوز حرارت داده شـــود به یک درجۀ معین حرارت غلیان می‌نماید و فاز گاز را تشـــکیل می‌دهد. منحنی گرما و زمان تغییرات سه حالت (جامد ، مایع و گاز) آب را قرار ذیل ملاحظه می‌نماییم:



شکل (6 – 15): گراف منحنی وابستگی گرما و زمان تغییرات سه حالت آب .

انــرژی که به داخل یخ می گردد ، اهتزازات حرکی مالیکول‌های آب را زیاد ســاخته، در نتیجه مالیکول‌ها از هم جداشــده وشــبکه‌های کرســتالی از هم مجزا می گردد که دراین صورت مادهٔ جامــد به مایع تبدیل می‌شــود وانرژی مالیکول‌ها به اندازه یی زیاد می گــردد که این مالیکول‌ها موقعیت خود را در شبکه از دست داده ومادهٔ جامد به مایع تبدیل می گردد .

حرارت جامدات در ذوب شـدن تا هنــگامی ثابت باقی می‌ماند که به طور کامل، مادهٔ جامد بــه مایع تبــدیل نگردیده باشــد . بعد از ذوب درجهٔ حــرارت الی درجهٔ غلیان بلند میرود (در صورت آب به $100^0 C$ بلند می‌رود) واین درجهٔ حرارت الی تبخیر شد ن کامل ثابت باقی میماند . زمانیکه مایع کاملاً تبخیر گردد ، درجهٔ حرارت بلند میرود.



فعالیت

تحقیــق نمایید که چرا مواد جامد در اثــر ازدیاد حرارت ذوب می گردد ؟ چرا در اثر ازدیاد حــرارت مایعات به بخار ویاگاز تبدیل می گردند ؟ اشــکال ذیل را ملاحظه نموده، جواب ارایه کنید:



شکل (6 – 16): حالت‌های آب در حرارت‌های مختلف

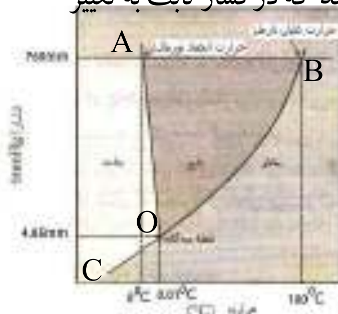
نقطــهٔ ذوبان وغلیان یک ماده توســط فشــاربخار حالت‌های جامــد ومایع تعیین می گردد .

گراف ذیل فشار بخار جامد ومایع آب را نشان می‌دهد:

خط OA: در فشار یک اتموسفیر سرحد بین جامد و مایع را نشان میدهد که در فشار ثابت به تغییر درجه حرارت جامد به مایع تبدیل می‌شود.

خط OC: اگر فشــار از نقطهٔ ســه گانه کم باشد فاز جامد به فاز بخار تبدیل می شود، (تصعید).

خط OB: سرحد بین مایع و بخار بوده که به هر فشار و درجه حرارت، تعادل بین مایع و بخار را نشان می دهد. اگر فشار ثابت باشد به ازدیاد درجه حرارت مایع به بخار تبدیل می شود.



شکل (6 – 17): وابستگی فشار بخار آب با حرارت

۶–۲–۱–۷: انجماد مایعات

زمانی که از یک مایع حرارت گرفته شــود؛ دراین صورت انرژی حرکی مالیکول‌ها کم شده، حرارت مایع پایین آمده ، بالآخره حالت ثابت را به خود اختیار نموده و هم زمان به آن بلورهای جامد مواد حاصل می‌شود. درجۀ انجماد یک مایع عبارت از همان مقدار درجۀ حرارت است که فاز جامد و مایع یک ماده در حال تعادل با یک دیگر قرار دارند.

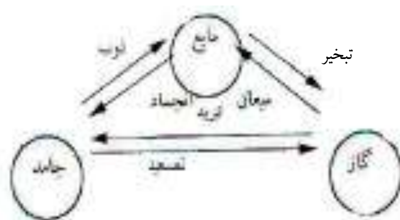
جامد  مایع

واضح است که اگر حرارت از یک مایع گرفته شود ، سمت پروسه به طرف راست ادامه پیدا می‌نماید، این حالت را انجماد می‌نامند . در صورتی که به مواد جامد حرارت داده شود، جریان پروسه قرار معادلۀ فوق به طرف چپ ادامه پیدا می‌نماید، این پروسه را ذوب می‌نامند. سرعت انجماد معادل ســرعت ذوب می‌باشد، طوری که سیســتم نه حرارت جذب و نه آزاد می‌نماید. چون پروســۀ رفت وبازگشت دراین سیستم در عین درجۀ حرارت اتفاق می‌افتد؛ بنابراین نقطۀ ذوب و انجماد یک مادۀ خالص یکسان است.

تبدیل حالت جامد اجسام را به طور مستقیم به حالت گاز به نام عملیۀ تصعید(Sublimation) یــاد می‌نمایند. حالت جامد مواد مانند حالت مایع و گاز دارای فشــار بخــار بوده و چون قوۀ کشش بین مالیکولی درجامدات قوی بوده؛ بنابراین فشار بخار جامدات کمتر می‌باشد.

در حالت تعادل فشــار بخار جامد و گاز با هم مســاوی بوده و درجۀ حرارت سیستم در حالت تعــادل ثابت می‌باشــد . اگر حــرارت مادۀ گازی کم گــردد و بدون اینکه مایع شــود ، جامد می‌گردد، این پدیده را تبرید (سرد ساختن) می‌نامند، بعضی از مواد را میتوان در شرایط عادی بــه طریقۀ تصعید و تبرید خالص کرد که مثال آنرا می‌توان آیودین و نفتالین $(C_{10}H_8)$ارائه کرد.

به صورت عموم یک ماده نظر به شرایط میتواند به سه حالت (جامد، مایع، گاز) ملاحظه شود که تبدیل این سه حالت را به یک دیگر شیمای ذیل ارائه میدارد.



شکل (6 – 18): تبدیل سه حالت ماده به یک دیگر

۶- ۳ :گــازات

۶ – ۳ – ۱ : صفات گازات

طبیعت گازات به اندازهٔ قابل ملاحظه با هم مشابه بوده و این تشابه به ما امکان آن را میسر می‌سازد تا گاز ایدیال را تعریف نماییم و سپس خواص گازات حقیقی را با خواص گازات ایدیال مقایسه کرده ، درین صورت خواهیم یافت که گازات حقیقی و گازات اید یال طبیعت مشابه را در بعضی موارد خواهد داشت. (در صورتی که فشار زیاد نباشد و هم حرارت وارده بالای آن‌ها نیز پایین باشد) خواص گازات از جملهٔ فکتورهای مواد گازی است که می‌توان آن را توسط قوانین ساده توضیح کرد ؛دراین جا اول لازم است تا فکتورهای را مورد بحث قرار دهیم که بالای گازات تاثیر دارند، آن‌ها عبارت از حجم ،فشار ،مقدار گاز و حرارت بوده و این‌ها از جملهٔ فکتورهای اند که در مباحث بعدی این فصل کمک شایانی را در مورد قوانین آزمایشی خواهد نمود.

حجم

چون گازات به طور آنی منبسط شده و ظرف مربوط خود را پر می‌نمایند، پس حجم گازات بــه طور عموم معاد ل حجم ظرف آن‌ها اســت؛ اما امروز توصیه گردیده اســت که کمیت‌های اندازه گیری حجم گازات باید مطابق به سیســتم بین المللی به شکل واحد تعیین گردد. چون در سیســتم بین المللی (SI) واحد فاصله متر (m) اســت. بنابر آن واحد حجم در (SI) متر مکعب (m^3)بوده و عمدتاً بحیث واحد حجم $decm^3$ (دیسی متر مکعب) انتخاب می گردد که حجم یک دیسی متر مکعب را به نام لیتر (Liter) یاد میکنند. برای اندازه گیری احجام مواد از اجزا و اضعاف استفاده می‌نمایند که بطور عمده cm^3 است و $1cc = cc = 1cm^3 = 1mL$ است.

فشار

قوه وارده فی واحد سطح عبارت از فشار است

$$P = \frac{F}{S}$$

واحد فشار در سیستم cgs عبارت از Bary ، در سیستم MKS، پاسکال و در سیستم FPS پوند (Lb) تقسیم بر In^2 بوده که $1atm = 14.7lb / In^2$ است که به نام پیسی Psi نیز یاد می‌شود.

$1atm = 14.7Lb \cdot Inch^{-2} = Psi = 760mmHg$ است . واحدات فشار در کیمیا اتموسفیر و ملی مترستون سیماب است.

$$1atm = 760mmHg = 760torr$$

$$1atm = 14.1b / inch^2 = 101.3Kpa$$

مقدار مادۀ گازی

بـــه صـــورت عمـــوم مقدارمواد به مول اندازه می‌شـــود که به (n) افــاده می گردد. مقدار مول‌های ماده را می توان از تقســیم نمودن گرام‌هــا ماده مطلوب بر کتله مالیکولی یا اتومی آن به دست آورد:

$$n = \frac{m}{M}$$

حرارت گازات

حــرارت گازهــا به صورت عموم به کالوین اندازه می گردد که کالوین را به نام حرارت مطلقه نیز یاد می‌نمایند:

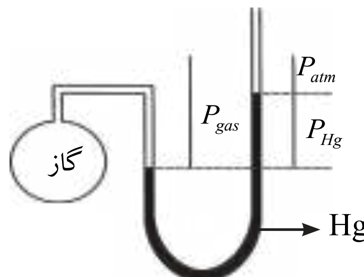
$$TK = {}^0C \quad + 273$$

۶ -۳ – ۲ : قانون بایل (Boyls Law)

در سال 1662 م رابرت بایل و آدام ماریوت دو فزیکدان فرانسوی مستقل از یک دیگر رابطه بین حجم و فشــار گازات را به حــرارت ثابت مطالعه نموده اند، در نتیجه دریافت نموده اند که به حرارت ثابت (T= constant) حجم گازات به مقدار معین آن، معکوســاً متناســب به فشار است.

$$V \approx {}^1\!/_P \text{-----------------------------------} 1$$

علمای مذکور از دستگاهی استفاده نموده اند که در آن یک نمونۀ گاز در قسمت تحتانی بسته شدۀ مانو متر درجه دار قرار داشت. با علاوه نمودن سیماب به انجام باز مانو متر میتوان فشار گاز را افزایش داد وبا ازدیاد فشار حجم گاز را در مراحل مختلف اندازه گیری کرد:



شکل (19-6): مانومتر سرباز   با گاز هایدروجن:

$$P_{atm} + P_{Hg} = P_{gas}$$

نتایــج یــک عده از اندازه گیری‌های فشــار- حجم گاز هایدروجــن مورد تجزیه که به

حرارت $25°C$ انجام گردیده است، در جدول ذیل تحریر شده است:

جدول(6 – 1): تراکم گاز هایدروجن در حرارت $25^{\circ} C$

نمبر تجارب	فشار به mm Hg	حجم به ml	حجم ضرب فشار
I	760	25	$1.75 \cdot 10^2$
II	830	21.1	$1.75 \cdot 10^2$
III	890	19.7	$1.75 \cdot 10^2$
IV	1060	16.5	$1.75 \cdot 10^2$
V	1240	14.1	$1.75 \cdot 10^2$
VI	1510	11.6	$1.75 \cdot 10^2$

دراین نتایج دو نکته مهم نهفته است : اول اینکه با ازدیاد فشار حجم گاز هایدروجن کم شده و دوم اینکه ازدیاد فشار و تنقیص حجم طوری است که حاصل ضرب فشار و حجم ثابت باقی می‌ماند و این فکتور (PV) توجه بایل و ماریوت را به خود جلب نمود که معادلهٔ آن قرار ذیل است:

$$PV = K -------------------------------- 2$$

در رابطهٔ فوق P فشار V حجم گاز و K ثابت بوده و مقدار آن به حرارت و مقدار گاز مربوط است . به این اساس معادلهٔ I را می‌توان به طورمکمل قرار ذیل نیز تحریر کرد:

T= Constant ، n= Constant

$$PV = K -------------------------------- 3$$

معادله 1 و 2 را به نام قانون بایل و ماریوت یاد می‌نمایند: این معادله را می‌توان قرار ذیل تحریر کرد:

$$V = \frac{K}{P} -------------------------------- 4$$

به صورت خلاصه گفته می‌توانیم که به حرارت ثابت حجم یک مقدار معین گاز معکوساً متناسب به فشار است.

مثال: یک گاز آیدیال در دستگاه اندازه گیری بایل قرار دارد، طـــــــوریکه به فشار $625mmHg$ حجم آن 247mL است . در صورتیکه فشار به $825mmHg$ تغییر نموده

باشد، حجم گازرا دراین تغییر فشار محاسبه نمایند(T= Constant).

حل: طبق قانون بایل $P_1V_1 = K, P_2V_2 = K$ است ، پس $P_1V_1 = P_2V_2$ شده می تواند:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P_2}{P_1}$$

$$V_2 = \frac{V_1 P_1}{P_2}$$

$$V_2 \; \frac{247mL \cdot 625mmHg}{825mmHg} = 187mL$$

$$\left.\begin{aligned} V_1 &= 247mL \\ P_1 &= 625mmHg \\ P_2 &= 825mmHg \\ V_2 &= ? \end{aligned}\right\}$$



مشق و تمرین کنید

به فشـــار $1.23atm$ حجـــم گاز آیدیال 4.63 لیتر اســـت در صـــورتیکه فشار $4.14 \cdot 10^{-2}\, atm$ تغییر نماید، حجم گاز را دریافت نمایید. (T= constant) .



فعالیت

در معادلـۀ $PV = K$ ، K بـه نام ثابـت بایل یاد می گردد، مقدار ایـن ثابت را برای گازات در شرایط ستندرد به $atm \cdot L, mmHg \cdot L, pa \cdot m^3$ دریافت نمایید.

۶ – ۳ –۳ : قانون چارلس (تاثیر حرارت بالای گازات)

در سال 1787 م فزیکدان فرانسوی به نام ج . چارلس تغییرات حجم گازات را با تغییرات حرارت به فشـار ثابت دریافت کرد. عالم مذکور ملاحظه نمود که در فشـار ثابت (P=con) اگر حـرارت وارده را بالای گازات از 0^0C الی 80^0C تغییر دهیـم، تغییرات حجم گازات، معادل یک دیگر خواهد بود. در سـال‌های 1806 تا 1808 گیلو سـگ توانسـت فهرست گازات چارلس را کامل سازد و در ضمن نام برده نشان داد که به فشار ثابت ازدیاد یک درجه سـانتی گراد حرارت، از هر درجۀ سـانتی گراد حجـم گاز $\frac{1}{273}$ حجم اولی انبساط حاصل مینماید . نتایج سـه نمونه از مطالعات چارلس و کیلو سـک در گراف شکل (6 - 20) قرار ذیل ارایه گردیده است، دراین گراف برای سه نمونه با کتله‌های مختلف از هایدروجن رابطه بین حرارت و حجم توضیح گردیده اسـت، دراین تجربه فشـار ثابت بـوده، اگر این خطوط گراف وابسـتگی حرارت و حجم ادامه داده شود ، محور افقی درجۀ حرارت را در یک نقطه

مشـــخص که دراین نقطه V= 0 اســـت ، قطع خواهد کرد . از تجربه‌های ذکر شده نتیجه گیری میشـــود که در صورت تنزیل حرارت به -273^0C (0^0C) حجم گازات مساوی به صفر است، ظاهراً به حرارت -273^0C گاز باید از بین رود.

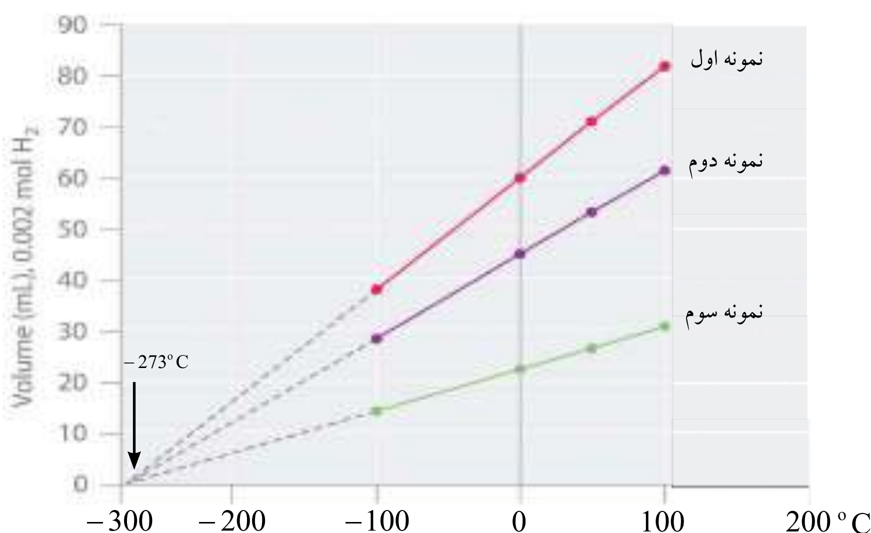
از تجارب اجرا شـــدهٔ لازمهٔ بالای گازات مختلف، نتیجه گیری گردیده اســـت که از رسم گرافیکی آن‌ها خطوط مســـتقیمی حاصل می گردد و آن‌هـــا تماماً محور افقی حرارت را در یک نقطـــهٔ معین (-273^0C) قطع می‌نمایند. چـــون حجم کمتر از صفر موجود بوده نمی‌تواند، پس حرارت (-273^0C) کمتریـــن حرارت بوده از این ســـبب آن را صفر مطلق قبول نموده اند (رقم دقیق آن (-273.15^0C) است. معادلهٔ عمومی خطوط مستقیم(شکل (20 – 6) عبارت است از :

$$V = a(t \ +273)------------------------------1$$

در معاد لهٔ یک V حجم گاز t درجه حرارت به ^0C و a میل خط مســـتقیم اســـت.مقیاس درجهٔ سانتی گراد را میتوان چنین تحریر کرد $Tk = {}^\circ C + 273$

پس:

$$V/T = a\ (n.\ p)\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots II$$



شکل (6 – 20): رابطه بین فشار وحرار ت

به فشـــار ثابت (P=constant) حجم گازات به مقدار معین، تناســـب مســـتقیم به حرارت دارد. قضیهٔ فوق مربوط به چارلس و به قانون کیلوسک ارتباط دارد.

اگر به فشار ثابت حجم یک مقدار معین گاز V_1 باشد؛ دراین صورت حرارت وارده اولی گاز مذکور T_1 بوده، در صورتیکه حرارت به T_2 تغییر نمایند ، حجم گاز V_2 است ؛ بدین اساس نوشته کرده می‌توانیم که :

$$V = KT \text{ -- } 3$$

$$\frac{V_1}{T_1} = K \text{ -- } 4$$

$$\frac{V_2}{T_2} = K \text{ -- } 5$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ -- } 6$$

مثال: یک گاز ایدیال در 25^0C به اندازه $1.28L$ حجم را اشــغال میکند. در صورتیکه حرارت به 50^0C تغییر نماید ، حجم گاز مذکور چقدر خواهد بود؟ (در فشار ثابت)

حل:

$V_1 = 1.28L$

$t_1 = 25\ ^\circ C \qquad T_1 = 25\ ^\circ C + 273\ ^\circ C = 298\,K$

$t_2 = 50\ ^\circ C \qquad T_2 = 50\ ^\circ C + 273\ ^\circ C = 323\,K$

$V_2\ ?$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1} = \frac{1.28L \cdot 323K}{298K} = 1.39L$$



فکر کنید

به فشــار ثابت و حرارت 27^0C یک گاز آید یال $128cm^3$ حجم را اشــغال نموده است، در صورتی که حجم گاز مذکور به $214cm^3$ تغییر نموده باشد، حرارت وارده چقدر خواهد بود؟

مثال: به حرارت $25^0 C$ و فشـار 1atm یک گاز ایدیال $2.65L$ حجم را اشـغال نموده اسـت. اگر هم زمان حرارت $75^0 C$ و فشار به 2atm بلند برود ، دراین صورت حجم گاز مذکور چقدر خواهد بود؟

حل:

1 - قرار قانون بایل (n و T ثابت) : $V \approx \frac{1}{P}$

2 - قرار قانون چارلس (n و p ثابت):

$$V \approx T$$

از ترکیب معادلهٔ بایل و چارلس می‌توان تحریر کرد که

(n ثابت)

$$V = \frac{CT}{P}$$

درین جا C ثابت تناسب بوده که تناسب را به مساوات تبدیل نموده است ؛پس:

$$\frac{PV}{T} = C$$

رابطهٔ فوق را به نام قانون ترکیب گازات یاد می‌کنند که آن را می‌توان به دو حالت مختلف گازات قرار ذیل تحریر کرد:

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = C$$

$$\frac{P_2V_2}{T_2} = C$$

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{P_1V_1T_2}{P_2T_1} = \frac{1atm \cdot 2.65L \cdot 348K}{2atm \cdot 298K} = 1.55L$$

۶ – ۳ – ۴ : اصل اوگدرو

قرار قانون گیلوسـک: نسبت حجم‌های گازات تعامل کننده در یک تعامل کیمیاوی تحت عین شـرایط فشـار و حرارت اعداد تام و کوچک اسـت؛ به طور مثال: نایتروجن و هایدروجن تحت فشـارو حرارت زیاد با هم تعامل نموده امونیا را تشکیل میدهد، نسبت حجمی نایتروجن و هایدروجن درتشکیل امونیا 1:3 و همچنان برعکس آن $H_2 : N_2 = 3:1$ است؛ یعنی:

$$3H_2 + N_2 \longrightarrow 2NH_3$$



دراین مورد سؤال مطرح می گردد، اینکه: چرا رابطه بین حجم‌ها د قیقاً همان رابط است که بین تعداد مالیکول‌های مواد تعامل کننده در تعامل کیمیاوی موجود است؟

جواب این سؤال طوری است که حجم‌های مساوی گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی مالیکول‌ها را دارا است (قانون اول اوگد رو). تعداد مساوی ذرات (مالیکول‌ها ، اتوم‌ها ویا ایون‌ها) گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت حجم‌های مساوی را اشغال می‌نماید. (قانون دوم اوگد رو).

به اساس اصل اوگدرو حرارت و فشار ثابت ، حجم گازات مستقیماً متناسب به تعداد مول همان گاز است:

T=constant

P=constant

$V \approx n$ ----------------------------------- 1

$\frac{n}{V} = K$ ----------------------------------- 2



مشق و تمرین کنید

الف – حجم اشغالی $3.011 \cdot 10^{23}$ مالیکول گاز نایتروجن در شرایط STP چند لیتر خواهد بود؟

ب – حجم مولی گازات مربوط به کدام عامل است؟ بادر نظر داشت حجم مولی در شرایط ستندرد، حجم مولی گازات را درفشار یک اتموسفیر وحرارت 127^0C محاسبه نماید.

۶– ۳ –۵ : قوانین گازات ایدیال

قانون بایل، قانون چارلس و اصل اوگدرو هر سه بیان کننده تناسبی اند که گازات اید یال را توصیف می‌نمایند، تناسب علمای مذکور را قرار ذیل خلاصه می‌توانیم:

$V \approx \frac{1}{P}$ (قانون بایل) (n و T ثابت)

$V \approx T$ (قانون چارلس) (n و P ثابت)

$V \approx n$ (اصل اوگدرو) (P و T ثابت)

از این سه تناسب می‌توان تحریر کرد که:

$$V \approx \frac{1}{P} nT \text{------------------------------} 3$$

اگر تناسب معادله 3 را به مساوات تبدیل نماییم ، Rراکه به نام ثابت گازات یاد می‌شود ، به طرف راست معادله معامله نموده، حاصل می‌شود که :

$$V = RTn\frac{1}{P}$$

$$V = \frac{nRT}{P}$$

$$PV = nRT \text{------------------------------} 4$$

رابطهٔ 4 رابه نام معادلهٔعمومی حالت گازات آیدیال یاکامل یاد می‌نمایند ، قیمت R مربوط به حجم ، حرارت وفشارومقدار گازات بوده ونظربه شرایط ، مقدار گاز قیمت آن فرق دارد.

درشرایط STP یک مول هر گاز 22.4L حجم رااشغال می‌نمایند. به این اساس اگرقیمت‌های n,T,P و V گازات آید یال درمعادله عمومی حالت گازات معامله گردد ، قیمت‌های مختلف R نظربه قیمت‌های پارا مترهای فوق الذکر حاصل می‌گردد:

$T = 0^0C = 273K$

$P = 1atm = 101.3KPa$

$n = 1mol$

$V = 22.4L = 22.4 \cdot 10^{-3} m^3$

$R = ?$

$PV = nRT$

$R = \frac{PV}{nT}$

$R = \frac{101.3KPa \cdot 22.4 \cdot 10^{-3} m^3}{1mol \cdot 273K} = 8.31 \frac{J}{mol \cdot K}$

مثال : به فشار 0.432atm یک گاز آید یال 8.64L حجم رااشغال نموده است. مقدارآن 0,176 مول است حرارت وارده بالای گازمذکور رادریافت نما یید.

حل :

$T = ?$

$P = 0.432$

$n = 0.176 mol$

$V = 8.64L = 8.64 \cdot 10^{-3} m^3$

$R = 0.0802 atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$

$PV = nRT$

$$T = \frac{PV}{nR} = \frac{0.432atm \cdot 8.64 \cdot L}{o.176mol \cdot 0.0802atm \cdot L \cdot mol^{-1}K^{-1}} = 258K$$

خود را آزمایش کنید

$5g$ گاز آکسـیجن در حرارت $35°C$ به اندازه 6L حجم رااشغال نموده است . فشاروارده بالای گازمذکورچقدرخواهدبود ؟

کثافت گازات

کتلهٔ مولی گاز تقسـیم بر حجم یک مول گاز در شـرایط سـتندرد را به نام کثافت مولی گاز یاد می‌نمایند :

$$D_{mol} = \frac{m(mol)}{V_{STP}}$$

مثال :

$5g$ گاز هایدروجن به حرارت 22^0C وفشار یک اتموسفیر (101,3KPa) 61,5 لیتر حجم دارد. کثافت مولی آن را در یافت نمایید.

حل:

چون $n = \frac{m}{M}$ است ، اگر قیمت n را در معادلهٔ $PV = nRT$ معامله نماییم، داریم که :

$PV = nRT$ یـا $PV = \frac{m}{M}RT$ یـا $PM = \frac{m}{V}RT$ یـا

$PM = dRT$

$$d = \frac{PM}{RT}$$

$$d = \frac{101.3KPa \cdot 2.016g/mol}{8.31J \cdot mol^{-1} \cdot 295K} = 0.09g/L$$

یا

$$d = \frac{1at \cdot 2.016g/mol}{0.082L \cdot at/mol \cdot K \cdot 295} = 0.09g/L$$

مثال

کثافت گاز آکسیجن را به حرارت 350K و فشار 2.5atm دریافت نمایید ، کتلۀ مالیکولی گاز آکسیجن 32amu است .

حل :
$$D=\frac{PM}{RT}$$

$$D=\frac{2.5atm\cdot 32g\cdot mol^{-1}}{0.082L\cdot atm\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}\cdot 350K}=2.79g\cdot L^{-1}$$



مشق و تمرین کنید

فشار یک نمونۀ گاز نایتروجن را که کثافت آن به حرارت 300K مساوی به $2.0g/L$ باشد، دریافت نمایید ، کتلۀ یک مول نایتروجن مساوی به $28g/mol$ است .

۶ – ۳ - ۶ : محاسبه حجم مولی یک گاز آیدیال درشرایط STP

محاسبات نشان داده است که حجم یک مول گاز آیدیال درشرایط STP مساوی به 22.4L است.

$$PV=nRT$$

$$V=\frac{nRT}{P}=\frac{1mol\cdot 0.0802atm\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}\cdot 273K}{1atm}=22.4L$$

$$V=22.4L$$

به این اساس در شرایط STP یک مول هر گاز 22.4L حجم را اشغال می‌نماید.

۶– ۳ – ۷ : دریافت کتله مالیکولی گازات به اساس معادلۀ عمومی گازات و کثافت گازات

معادلۀ عمومی گازات را در نظر گرفته، به اساس آن می‌توان کتلۀ مالیکولی گازات را دریافت کرد:

$$PV=nRT \text{ -------------------------------- } 1$$

$$n=\frac{m}{M} \text{ -------------------------------- } 2$$

$$PV=\frac{m}{M}RT \qquad\qquad M=\frac{mRT}{PV}$$

مثال: کثافت گاز فاسفین به حرارت $50^0 C$ و فشار 732mm Hg مساوی به $1.26g / L$ است، گاز مذکور آیدیال بوده کتلهٔ مالیکولی آن را محاسبه نمایید.

حل:

$$P = 732\,mmHg$$
$$d = 1,26g$$
$$V = 1L = 10^{-3} m^3$$
$$T = 50^0 C = 323K$$
$$R = 62,36 mmHg \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1}$$
$$M = ?$$

$$M = \frac{mRT}{PV}$$
$$M = \frac{1.26g \cdot 62.36\,mmHg \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 323K}{732\,mmHg \cdot 10^{-3} m^3}$$
$$M = 34g / mol$$



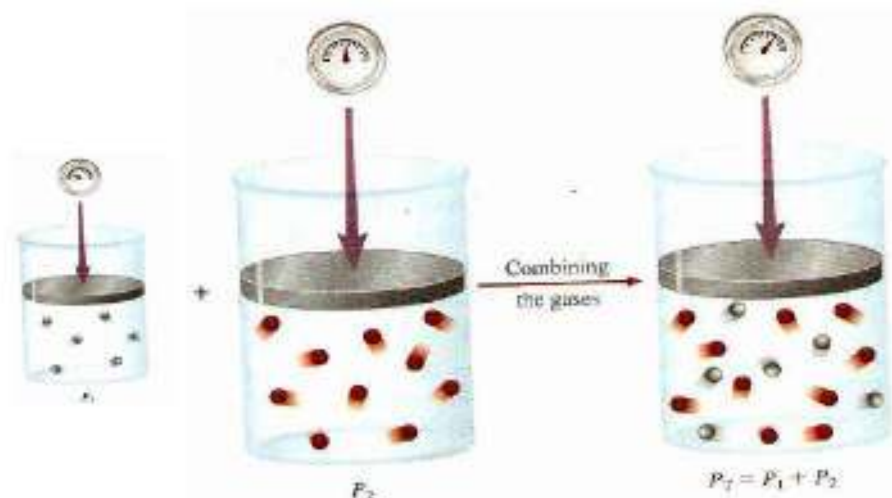
مشق وتمرین کنید

به حرارت صفر درجه سانتی گراد و فشار $0,1\mu\, Pa$ یک لیتر گاز هایدروکاربن مشبوع 1.96g کتله دارد، کتلهٔ مالیکولی و فورمول آن را دریافت نمایید.

۶ – ۳ - ۸ : مخلوط گازات (فشار قسمی یا جزیی دالتن)

جان دالتن در سال 1801 به اساس یک سلسله تجارب عملی نتیجه گرفت که فشار وارده بالای جدار ظرف پر از مخلوط گازات عبارت از مجموعهٔ فشارهای وارده هر یک از گازات اجزای متشکلهٔ مخلوط گازی است، بنابرین فشار اندازه شده یک مخلوط گازی باید مساوی به حاصل جمع فشار گازهای باشد که اگر هر یکی از اجزای مخلوط ظرف را به تنهایی اشغال کند و فشار را بالای د یوار ظرف وارد نموده باشد؛ پس مطابق به فشارهای جزیی دالتن می‌توان گفت: فشار مجموعی وارد شده توسط یک مخلوط گازی مساوی به حاصل جمع فشارهای هر یک از اجزای مخلوط گازات است، فشار جزیی یا قسمی را طوری تعریف می‌نمایند که: اگر یک گاز به تنهایی ظرف را اشغال نماید، فشار معادل ، فشار جزیی خود را بر دیوار ظرف وارد کند. اشکال ذیل فشار جزیی دالتن و فشار مجموعی گازات مخلوط را نشان می‌دهند؛ به طورمثال: اگرفشار جزیی هیلیم 100mm Hg و فشار جزیی هایدروجن 300mm Hg باشد؛ بنابراین فشار مجموعی یا فشار کلی 400mm Hg است. تقریباً اکثر مخلوط‌های گازات، از قانون فشارهای جزیی دالتن پیروی می‌نمایند و شرط اساسی این است

که گازات مخلوط شده با هم دیگر تعامل نمیکنند.



شکل (6 - 21): قانون فشارهای قسمی دالتن در حرارت ثابت

به اساس رابطهٔ عمومی حالت گازات(PV = n RT) میتوان فشار کلی و فشارهای جزیی هر گاز را بدست آورد.

$$P_{Total} = \frac{n_{Total}RT}{V} \text{------------------------------} 1$$

فشارجزیی $$P_i = \frac{n_iRT}{V} \text{------------------------------} 2$$

$$\frac{P_i}{P_{Total}} = \frac{\frac{n_iRT}{\cancel{V}}}{\frac{n_{Total}RT}{\cancel{V}}} = \frac{n_i\cancel{RT}}{n_{Total}\cancel{RT}} \text{------------------------------} 3$$

$$\frac{P_i}{P_{Total}} = \frac{n_i}{n_{Total}} \text{------------------------------} 4$$

چون نسبت مولی یک جز مواد تقسیم بر مجموعهٔ مول‌های اجزای متشکل مخلوط مواد مساوی به کسر مولی است, اگر کسر مولی یک جز را به X_i افاده نماییم ، در این صورت داریم که:

$$\frac{P_i}{P_{Total}} = X_i \text{------------------------------} 5$$

$$P_i = P_{Total} \cdot X_i \text{------------------------------} 6$$

مثال: یک گرام هریک از گاز هــای O_2 , N_2 و H_2 را داخل یک بالون 10 لیتره نموده، گازهــای مذکور نــوع از گازهای اید یال بــوده ، در صورتیکه حــرارت مخلوط گازها 125^0C باشــد ، فشــار کلی یا مجموعی (Total) را دریافت نمایید. (به واحد atm دریافت نمایید).

حل:

$$n_{H_2} = \frac{m_{H_2}}{M} = \frac{1g}{2g/mol} = 0.5mol$$

$$n_{O_2} = \frac{m_{O_2}}{M} = \frac{1g}{16g/mol} = 0,0625mol$$

$$n_{N_2} = \frac{m_{N_2}}{M} = \frac{1g}{14g/mol} = 0,0714mol$$

$$P_{H_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{0.5mol \cdot 0.082atm \cdot L \cdot 398K}{10L \cdot mol \cdot K} = 1.63atm$$

$$P_{O_2} = \frac{nRT}{V} = \frac{0,0625mol \cdot 0.082atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 398K}{10L} = 0,203atm$$

$$P_{N_2} = \frac{n_{N_2}RT}{V} = \frac{0,0714mol \cdot 0.082atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 398K}{10L} = 0,233atm$$

$$P_{Total} = P_{H_2} + P_{O_2} + P_{N_2} = 1.63atm + 0,203atm + 0,233atm = 2,66atm$$

به صورت عموم فشــار کل سیســتم مخلوط گازات را می‌توان توسط فورمول ذیل نیز محاسبه نمود:

$$P_{Total} = \frac{n_{Total}RT}{V}$$

۶ – ۳ - ۹ : قوانین گراهام در مورد انتشار و نفوذ مالیکول‌های گازات

توماس گراهام (Tomas Graham) عالم انگلیســی در ســال 1829 تحقیقات لازمه را در مورد ســرعت انتشــار (Diffusion) و نفوذ (Effusion) گازات مختلف انجام داد. انتشــار

اصطلاحی اســت کــه در مورد حرکت توده‌های مــواد از یک محیط به محیط دیگر اســتعمال می گردد. به طور مثال: زمانی که غذا در حال پختن باشد، گازات از ظرف پختن غذا خارج و به محیط ماحول پخش و منتشر گردیده و ما توسط حس شامهٔ خود بوی غذا را حس می‌نماییم.

گراهام در یافت نموده که: سرعت نفوذ گازات در محیط گازی د یگر معکوساً متناسب به جذر مربع کثافت گازات است:

$$\text{سرعت پخش گاز} \quad V = \frac{K}{\sqrt{D}} \text{-------------------------} 1$$

نسبت نفوذ دوگاز A و B را میتوان چنین در یافت کرد :

$$\text{A} \quad \text{سرعت پخش گاز:} \quad V = \frac{K}{\sqrt{D_A}} \text{--------------------} 2$$

$$\text{B} \quad \text{سرعت پخش گاز:} \quad V = \frac{K}{\sqrt{D_B}} \text{--------------------} 3$$

$$\frac{V_A}{V_B} = \frac{\sqrt{D_B}}{\sqrt{D_A}} \text{----------------} 4$$

معادله 1 و 4 به نام معادلهٔ قانون پخش گراهام یاد می گردد.

به حرارت و فشار معین ، کثافت مالیکولی گازات و کتله مالیکول گازات با همدیگر رابطه مستقیم را دارا می‌باشند.

$$D = \frac{m}{V} \text{--------------------------------------} 5$$

$$V = \frac{nRT}{P} \text{------------------------------------} 6$$

قیمت V را از معادله 6 در معادله 5 معامله نموده، حاصل می گردد که

$$D = \frac{m}{\frac{nRT}{P}} = \frac{mP}{nRT} \text{---------------------------} 7$$

$$n = \frac{m}{M} \text{-----------------------------------} 8$$

$$D = \frac{mP}{\frac{mRT}{M}} = \frac{mP}{1} \cdot \frac{M}{mRT}$$

$$D = \frac{PM}{RT} \text{-----------------------------------} 9$$

حاصل ضرب و حاصل تقسیم دو ثابت مساوی به ثابت سومی بوده؛ یعنی:

$$\frac{P}{RT} = K$$

$$D = MK \text{ ------------------------------------- } 10$$

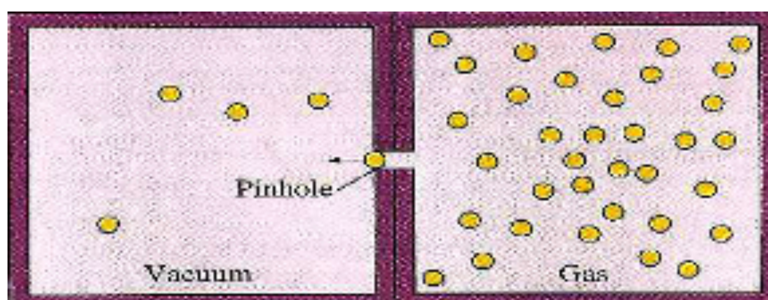
$$D \approx M \text{ ------------------------------------- } 11$$

چون کتلهٔ مالیکولی گازات و کثافت مالیکولی گازات با هم رابط مستقیم دارند؛ پس قانون پخش مالیکولی گراهام را میتوان برای دوگاز قرار ذیل تحریر کرد:

$$\frac{V_A(\text{Diffusion})}{V_B(\text{Diffusion})} = \frac{\sqrt{M_B}}{\sqrt{M_A}}$$

گراهام در سال 1826 م مقاله دیگر را منتشر ساخت که در آن در مورد نفوذ گازات از دیوارهای منفذ دار کوچک (سوراخهای کوچک) مطالب علمی ارائه گردیده است ، نفوذ مالیکولی یک گاز عبارت از حرکت مالیکولی آن از میان خالیگاههای دیوار است . قانون نفوذ مالیکول مشابه قانون پخش مالیکولی بوده ، سرعت نفوذ گازات از دیوار و غشاهای نیمه قابل نفوذ با جذر مربع کثافت مالیکولی و جذر مربع کتله مالیکول آنها تناسب معکوس را دارا است؛ یعنی:

$$\frac{V_A(Effusion)}{V_B(effusion)} = \frac{\sqrt{D_B}}{\sqrt{D_A}} \text{ یا } \frac{V_A(Effusion)}{V_B(Effusion)} = \frac{\sqrt{M_B}}{\sqrt{M_A}}$$



شکل (6 – 22): سرعت نفوذ گازات .

مثال: سرعت نفوذ یک گاز مجهول X از سوراخهای د یوار تخلخل دار 0.279 برابر سرعت نفوذ گاز هایدروجن از دیوار مذکور است (در صورتیکه شرایط STP باشد). کتله مالیکول گاز مجهول را دریافت نمایید. کتله مالیکول هایدروجن 2.016 است.

حل:

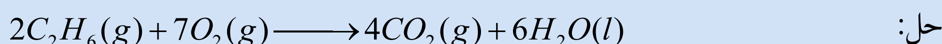
$$\frac{V_X(Effusion)}{V_{H_2}(effusion)} = \frac{\sqrt{M_{H_2}}}{\sqrt{M_X}} \qquad 0,279 = \frac{\sqrt{2,016}}{\sqrt{M_X}}$$

$$M_x = \left(\frac{\sqrt{2.02}}{0.279}\right)^2 \quad \text{یا} \quad \sqrt{M_x} = \frac{\sqrt{2.016}}{0.279}$$

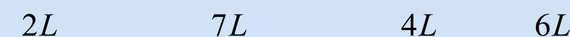
جواب $M_X = 26$

مثال: از احتراق ایتان در موجودیت آکسیجن H_2O و CO_2 حاصل می گردد. اگر 1.26L ایتان با 4.50L آکسیجن سوختانده شود. چند لیتر CO_2 و چند لیتر بخارات آب تولید خواهد شد؟ در صورتیکه حرارت 400^0C و فشار 4.00atm باشد.

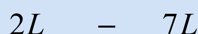
حل:



$$2C_2H_6(g) + 7O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(l)$$

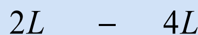


$2L \qquad 7L \qquad 4L \qquad 6L$



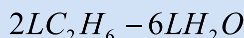
$2L \quad - \quad 7L$

$1.26L \quad - \quad X_1 \qquad\qquad X_1 = \frac{1.26L \cdot 7L}{2L} = 4.41L$



$2L \quad - \quad 4L$

$1.26L \quad - \quad X_2 \qquad\qquad X_2 = \frac{1.26L \cdot 4L}{2L} = 2.52L\ CO_2$



$2LC_2H_6 - 6LH_2O$

$1.26LC_2H_6 - X_3 \qquad\qquad X_3 = \frac{1.26L \cdot 6L}{2L} = 3.78L$

مقدار اکسیجن موجود 4.50L بوده، آکسیجن معادل 1.26L C_2H_6 مساوی به 4.41 لیتر اســت که به مقدار 0.094L آکســیجن بدون تعامل باقی مانده ، پس مقدار CO_2 و H_2O را میتوان قرار فوق از مقدار حجمی ایتان بدست آورد.



مشق وتمرین کنید

پروپـان C_3H_8 بـا آکسـیجن احتـراق نموده، کاربن دای اکسـاید و بـه آب مبدل شـده است. یک لیتر پروپان به حرارت $12^0 C$ و فشار 8.44atm با مقدار اضافی اکسیجن سوختانده شده اسـت ، حجم CO_2 تولید شده را به حرارت $925^0 C$ و فشار یک اتموسفیر به لیتر محاسبه نمایید.

۶ –۳- ۱۰ : نظریه جنبشی (حرکی) گازات

تـا حـال خواص مهم گازات ایدیال را تحـت عناوین قوانین گازات؛ از قبیل قانون بایل، قانـون دالتـن، قوانین گراهام... مطالعه نمودیم، ازاین مطالعات سـؤال خلق می‌شـود که چرا خواص ذکر شـده را گازها از خود نشان می‌دهند؟ گذشته نشان می‌دهد که علوم با مشاهدات و تجارب آغاز یافته است ،نظریات یا مودل‌ها بر پایهٔ همین مشاهدات و تجارب استوار میباشد، از این جا گفته می‌توانیم که نظریه بر پایهٔ مودل استوار است و به اساس مودل میتوان فورمول و خواص مشاهده شده را در یک سیستم توضیح کرد.

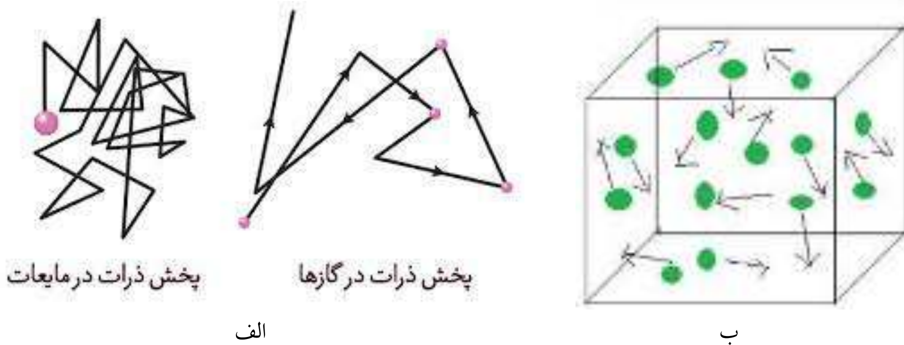
نظر یهٔ جنبشی و حرکی گازها که آن را نظریهٔ حرکی نیز می‌نامند، مودل فزیکی برای توصیف طبیعت و چگونگی رفتار گازها است، این نظریه بر پایهٔ فرضیه‌های ذیل استوار است:

1 - گازها از تعداد کثیر ذرات بسیار کوچک (اتوم‌ها، مالیکول‌ها) تشکیل گـردیده اند و ایـن ذ رات به اندازهٔ کوچک اند که اندازهٔحجم آن‌ها در مقایسـه با فواصل بین آن‌ها به طـــور اوسط وحجم ظرف که گازها در آن‌ها قرار دارند ، بسیار کم بوده و حد اعظمی گازهای داخل ظرف را فضای خالی بین ذرات احتوا می‌نماید.

2 - مالیکول‌ها و اتوم‌های تشـکیل دهندهٔ گازهـا به صورت دوامدار در حال حرکت بوده و حرکت آن‌ها بی نظم، سـریع و مستقیم الخط می‌باشـد. در نتیجهٔ این حرکت ذرات گازات با یک دیگر تصادم نموده و هم با جدار ظرف بر خورد می‌نمایند، این برخوردها الاستیکی بوده، طوری کـه در هر تصادم انرژی حرکی در مالیکول بر خورد کننده کم و زیاد نمی‌شـود، یا به عباره دیگر امکان آن موجود اسـت که مالیکول‌ها در نتیجه بر خورد بین هم انرژی سـینیتک (حرکی) خود را از دسـت دهند؛ اما مجموعی انرژی سینتیک دو مالیکول تصادم کننده ثابت باقی می‌ماند.

3 – در گازها ما لیکول‌ها و یا اتوم‌ها مجزا از یک دیگر قرار داشته ، هیچ قوهٔ دافعه و جاذبه بین اتوم‌ها و مالیکول‌ها در گازها موجود نمی‌باشد. (به استثنای زمان برخورد).

4 – حرکت ذرات (مالیکول‌ها و یا اتوم‌ها) در گازها در لحظات مختلف زمانی میتواند سریع و یا بطی بوده باشـــد. بعضی از ذرات حرکت ســـریع داشته و بعضی از آن‌ها حرکت بطی را انجام می‌دهند؛ بنابر این انرژی حرکی مالیکول‌های گازات نیز در محدودهٔ وسیع در حالت نو ســـان اســـت؛ اما انرژی حرکی متوســـط مالیکول‌ها و اتوم‌های گازها به حرارت مطلقه رابطهٔ مســـتقیم دارد و در حـــرارت ثابت و معین ثابت باقی میماند. در شـــکل (6 – 23) مودل تصویری گازها ارائه گردیده اســـت، در مودل مذکور ملاحظه می‌شـــود که مقدار معیـــن گاز در حقیقت دارای خالیگاه‌های زیاد فضایی بوده و این خالیگاها به سرعت توسط ذرات گازها پر می‌شوند.



شکل (6 – 23) : الف – مودل حرکی گازات وحرکت برونی

ب– مقدار معین گاز خالیگاه ظرف را توسط ذرات پر نموده

۶ –۳– ۱۱ : گازهای حقیقی

خواص ایدیال را گازاتی از خود نشان می‌دهند که عمل متقابل بین مالیکول‌های آن‌ها به ملاحظه نه رســـد (در صورتی که برخورد الاســـتکی بین مالیکول‌ها موجود نباشـــد) و حجم اشغال شده توســـط مالیکول‌ها در مقایسه با حجم ظرف حاوی گازات مطلوب قابل صرف نظر باشد؛ لاکن باید دانست که در گازهای حقیقی شرایط فوق الذکر را نمی‌توان صد فیصد ملاحظه کرد؛ پس گفته می‌توانیم که گازهای حقیقی از طبیعت و شیوهٔ آید یال انحراف نشان میدهد.

۶ – ۳ - ۱۱ – ۱ : معادلهٔ حالت برای گازات حقیقی

اگر برای یک مقدار معین گاز سه متحول P، V و T را باهم ارتباط دهیم ، درین صورت با معین بودن دو متحول مذکور ، متحول سومی را به آسانی در یافت کرده می‌توانیم ؛به طور مثال: 0.1mol گاز اکسیجن به فشار 0.5atm و حرارت یک 39^0C حجم مشخص را اشغال می‌نماید. به صورت عموم آن معادلهٔ ریاضیکی که فشار ،حجم، حرارت و تعداد مول‌های یک گاز را باهم رابطه میدهد ،به نام معادله حالت گازها یاد شده که عبارت از $PV = nRT$ بوده ومعادله حالت گاز اید یال یا کامل را افاده می کند؛ اما معادلهٔ عمومی حالت گازات هیچ نوعی از گازهای حقیقی را توصیف کرده نمی‌تواند.

در سال 1873 واندر- والس (Vanderwaals) معادلهٔ حالت گازهای حقیقی را به صورت $(P + \frac{an^2}{V^2})(V - nb) = RT$ برای یک مول گاز حقیقی با در نظر داشت معادلهٔ حالت گازهای کامل و تاثیر فشار بالای گازهای حقیقی مشخص ساخت، در معادله فوق a و b ثابت‌های مثبت بوده که از مشخصات اختصاصی هر گازمی‌باشد ، زمانی که کثافت گاز خیلی کم باشد ، حجم گاز (v) زیاد بوده وارزش b در مقایسه باحجم (v) فوق العاده کوچک است که میتوان از آن صرف نظر کرده، دراین صورت $\frac{a}{V^2}$ به صفر تقرب می‌نمایند و معادلهٔ واندر- والس به طرف معادلهٔ حالت گازات اید یال تقرب حاصل میکند؛ طوریکه:

$$(P + \frac{an^2}{V^2}) = P \qquad , \qquad \frac{PV}{RT} = Z$$

$$V - nb = V \qquad , \qquad PV = nRT$$

مقدار b, a را می‌توان توسط تجربه برای هر گاز در یافت کرد. در جدول (6 – 2) مقدار ثابت‌های b,a واندر - والس را افاده میکند.

جدول (6 –3): ثابت‌های b, a گازات حقیقی

گازات	$a(litler.atm/mol^2)$	$b(liter/mol$
H_2	0.244	0266 .0
He	0.3412	0.0237
N_2	1.390	0.03913
O_2	1.360	0.03183
CO_2	3.59	0.0427
CO	1.485	0.03985
CH_4	2.25	0.0428
NH_3	4.17	0.0371
H_2O	5.464	0.03049
NO	1.340	0.02789

مثال : گاز میتان به مقدار 10g به حرارت $25^0 C$ در یک ظرف یک لیتر نگهداری شده است، فشار وارده را بالای گاز مذکور قرار قانون گاز اید یال و معادله واندر- والس محاسبه نمایند. قیمت‌های b,a را از جدول(6 - 2) بدست آورید.

حل : الف :

$$m = 10g,\quad V = 1L,\quad P = ?,\quad M = 16$$

$$P = \frac{mRT}{MV}$$

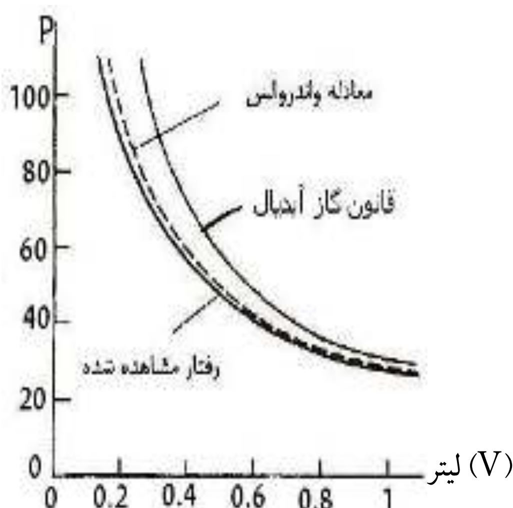
$$P = \frac{10g \cdot 0.082atm \cdot L \cdot mol^{-1} K^{-1} \cdot 298K}{16g \cdot 1L}$$

$$P = 15.3atm$$

$$(P = \frac{nRT}{V - nb}) - (\frac{n^2a}{V^2}) = \frac{0.625mol \cdot 0.082atm \cdot L \cdot mol^{-1} \cdot K^{-1} \cdot 298K}{1L - 0.625mol \cdot 0,0428} - \frac{(0.625mol)^2 \cdot 2.25L^2atm}{L^2 \cdot mol^2}$$

$$P = 14.8atm$$

معادلـۀ واندر والس در مقایســه با معادله عمومی حالت گازات بــه خوبی می‌تواند تا گازات حقیقی را توصیف نماید . گراف شکل (6 - 24)چگونگی حالت‌ها و وضعیت PV یک مول گاز CO_2 را در حرارت 350k به طور تجربی نشـان داده؛ همچنان چگونگی حالت و خواص تجربی آن‌ها را با پیشـبینی‌های معادله حالت گاز ایدیال و معادله واندروالس مقایســه میکند. معادلات دیگری نیز به خاطر محاسـبۀ حالت گازات ارائه شده اند که نسبت به معادله واندر والس خوبتر بوده؛ اما تعداد ثابت‌های آن‌ها بشتر از پنج است:



شکل (6 – 24): گراف حالات برای یک مول گاز در حرارت مطلقه .

مشق و تمرین کنید

مقدار a و b را برای هر جورۀ گازهای زیر مقایسه نماید .

الف- $H_2(g)$ و $NH_3(g)$ ب - $N_2(g)$ و $I_2(g)$

جدول (6 –3): بعضی از مشخصات گازات، مایعات وجامدات :

جامدات	مایعات	گازات
1 – شکل معین دارند (مقاومت تغییر شکل) 2 –به طور تقریبی غیر تراکم پذیر اند 3 – کتله‌های شان نسبت به مایعات بزرگ است . ۴– شکل سیال را ندارند . 5 – انتشار ذرات شان کمتر بوده و حرکت مالیکول‌های شان بسیار بطی است. 6 – مالیکول‌های شان کاملاً با هم چسپیده بوده، تنها حرکت اهتزازی دارند.	1 – شکل معین نداشته ودر ظرف‌های مختلف اشکال مختلف را اختیار می‌نمایند 2 – دارای حجم معین بوده و تراکم پذیر نمی‌باشند . 3 – کثافت شان نسبتاً بزرگ است . 4 – حالت سیال را دارا اند. 5 – ذرات آن‌ها در مایعات دیگر قابلیت انتشار را دارا اند. 6 – خالیگاه بین ذرات آن‌ها کم بوده وحرکت سریع و بی نظم سه بعدی دارند .	1 – شکل معین نداشته (حجم تمام ظرف را که درآن قرار دارند مکمل اشغال می‌نمایند) 2 – تراکم پذیر اند . 3 – کثافت کمتر دارند وکتله‌های شان کوچک است . 4 – شکل سیال دارند 5 – حرکت سریع داشته و پراگنده می‌باشند . 6 – حرکت برونی داشته وسریع السیر می‌باشند وبهر طرف به شکل سه بعدی حرکت می‌نمایند



خلاصهٔ فصل ششم

* هر ماده میتواند نظر به شرایط محیطی سه حالت « جامد، مایع و گاز » را داشته باشد.

* گازات مـوادی انـد که ذرات تشـکیل دهندهٔ آن بالای یک دیگر تأثیر کمتر داشــته ، قوهٔ جذب ذرات آن‌ها باهم کم‌تر اســت وحرکت نامنظم را دارا اند . به حرارت بلند وفشــار کم حرکت ذرات گازات سریع است.

* خـواص جامـدات از خواص گازات فرق داشــته ، گازات دارای کثافت کم‌تر بوده ، در حالی که جامدات کثافت زیاد را دارا اند . گازات در نتیجهٔ فشــار متراکم شــده ؛ اما جامدات کمتر خاصیت تراکم شدن را دارا اند. جامدات سخت وشکننده بوده در حالی که گازات این خواص را دارا نیستند.

* مایعات خاصیت خاصی را نســبت به جامدات و گازات دارا بوده ؛ به طور مثال : قوهٔ جذب بین ذرات مواد به حالت مایع بیشتر بوده ؛ اما نسبت به جامدات ضعیف می‌باشد .

*به حرارت ثابت (T= constant) حجم گازات به مقدار معین آن به شکل معکوس متناسب به فشار است.

* به فشــار ثابت (P=constant) حجم گازات به مقدار معین به شــکل مســتقیم متناسب به حرارت است. قضیه فوق مربوط به چارلس بوده و به قانون کیلو سک ارتباط دارد.

* حجم‌های مساوی گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی مالیکول‌ها را دارا است (قانون اول اوگدرو). تعداد مساوی ذرات (مالیکول هااتوم‌ها ویا ایون‌ها) گازات مختلف تحت عین شــرایط فشار و حرارت حجم‌های مســاوی را اشغال می‌نماید. (قانون دوم اوگد رو).

*فشار مجموعی وارد شده توسط یک مخلوط گازی مساوی به حاصل جمع فشارهای جزیی هر یک از اجزای مخلوط گازات است .

* گراهام در یافت نموده که: ســرعت نفوذ گازات در محیط گازی د یگر به شــکل معکوس متناسب به جذر مربع کثافت گازها است.

*معادلهٔ حالت گازات برای گازی به مقدار یک مول عبارت از PV=RT اســت که درین معادله V عبارت از حجم گاز است.

سؤالهای فصل ششم

سؤالات چهار جوابه

1 - گازها موادی اند که ذرات تشکیل دهندهٔ آنها بالای یک دیگر ---- را دارا اند

الف - تأثیر کمتر، ب - قوهٔ جذب ذرات آنها باهم کمتر، ج- حرکت نامنظم، د - تمامی

2 - جامدات موادی اند که ---- را دارا است ،

الف - حجم معین، ب - شکل معین، ج - الف وب هردو، د - هیچ کدام

3 - انتشار مایعات نسبت به گازات--- بوده و برخورد مالیکلول‌ها در مایعات ----- است،

الف - بطی ، کم ب - سریع ، زیاد تر ج- نورمال ، بسیار زیاد د - زیاد و نورمال

4 - به حرارت ثابت (T= constant) حجم گازات به مقدار معین ، به فشار کدام وابستگی دارد؟

الف - تناسب مستقیم، ب - تناسب معکوس، ج - تناسب ندارد، د - جز الف درست است.

5 - به فشار ثابت و ازدیاد یک درجه سانتی گراد حرارت ، حجم گاز به نسبت ---- از 0^0C انبساط حاصل می‌نماید.

الف - 1: 273 ب - 1:1 ج - 3:2 د - 1:100

6 - حجم‌های مساوی گازات مختلف تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی --- را دارا است.

الف - آیونها ب - مالیکول‌ها ج - اتوم‌ها د - تماما"

7 - درشرایط STP یک مول هر گاز ---- حجم رااشغال می‌نماید.

الف - 22.4L ب - 22mL ج - 22.4mL د - $22.4m^3$

8 - کتلهٔ مولی گاز تقسیم بر حجم یک مول گاز در شرایط ستندرد را به نام --- گاز یاد می‌نمایند

الف - کتلهٔ نسبتی ب - کثافت ترکیبی ج - کثافت مولی د - وزن مخصوص

9 - واندر- والس معادلهٔ حالت گازها حقیقی را به صورت----- افاده کرد :

الف - $(P+\frac{a}{V^2})(V-b)=RT$ ب - $Z=\frac{P\overline{V}}{RT}$ ج - الف وب د - هیچکدام

10 - گازها از تعداد کثیر ذرات بسیار کوچک تشکیل گـــردیده اند:

الف- اتومها، ب- مالیکولها، ج - ایونها، د - تمامی جوابها درست است.

11 - حـدا عظمی گازهای داخل ظـرف رافضـای ------بیـن ذرات احتـوا می نمایـد.

الف - پر ب - خالی ج- اتومها د - مالیکولها

سؤالات تشریحی

(در حل تمام تمرین‌ها باید فرض شود که گازها اید یال هستند)

1 - چـرا بعضی مواد در شـرایط عادی به حالت مایع و بعضی دیگر بـه حالت جامد ویا گاز یافت می‌شوند؟

2 - یک مقدار گاز N_2 به حجم 58mL تحت فشار محیطی قرار دارد . افزایش فشار بالای آن 125mm Hg بوده که حجم آن به 49.6mL تنزیل حاصل نموده است، فشار محیطی اولی بالای گاز مذکور (به حرارت ثابت) چقدر خواهد بود؟

3 - ظـرف A بـه حجم 48.2L دارای گاز N_2 اسـت ،حـرارت وارده بالای آن 25^0C وفشـار $8.35atm$ می باشد ، ظرف B با حجم نا معلوم دارای He بوده که فشـار وارده بالای آن 9.5atm و حرارت 25^0C اسـت ، ظروف A و B را با هم متصل سـاخته، فشار مخلوط گازات در هر دو ظرف به 8,71atm بالغ می گردد.حجم B رادر یافت نماید.

4 - در یک دسـتگاه آزمایشـی درحدود $1.10^{-15}mmHg$ فشـار موجود است، یک ظرف یک لیتر را در دسـتگاه آزمایشـی درنظر بگیرید . در صورتی که حرارت 0^0C با شد ، مقدار مالیکولها در آن ظرف که از هوا پر است ، چقدر خواهد بود؟

5 - کثافت گاز هایدروجن دریک سیاره $10g/Cm^3$ اسـت و حرارت آن 100K می‌باشد . فشار هایدروجن درین سیاره چقدر خواهد بود؟

6 - یـک حبـاب کروی بالای سـطح آب به قطر $2\,cm^2$ در حرارت 25^0C و فشـار محیط 1atm دارای چند مالیکول بخار آب خواهد بود؟

7 - بـه حرارت 177^0C و فشـار 2atm کثافت گاز نایتروجن $1,52g/L$ اسـت ، چه تعداد مالیکولها درین شرایط درظرفی به حجم 5L آ ن موجود است ؟

8 - یک سـلندر گاز N_2 دارای 1.5kg گاز در فشار 31.8atm است ، چقدر N_2 به این

سلندر علاوه گردد، تا در حرارت ثابت فشار سلندر 75atm کرد؟

9 - فرض کنید که دونمونه گاز مختلف A,B را به شما داده اند . کتله ماليکول گاز A دو چند کتله ماليکول گاز B است سرعت متوسط گاز A دو چند سرعت متوسط گاز B است (البته سرعت ماليکول‌های گازات مذکور است) اگر کثافت ماليکولی هردو نمونه يکسان باشد وفشار گاز B 3atm بوده باشد ، فشار گاز A را دريافت کنيد .

10 - به حرارت ثابت وفشار 700mmHg يک گاز 30 ليترحجم دارد. حجم گاز مذکور را به فشار STP دريافت نماييد .



تعاملات کیمیاوی

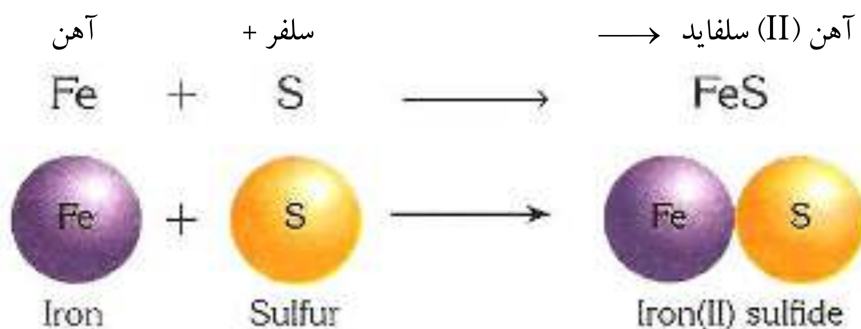
تغییــرات وتبــدلات زیادی در طبیعت رونما می گــردد که مثال آن رامیتوان تبدیل آب به بخار وســرد شــدن دوبارۀ بخارات آب به شکل باران ویا برف وژاله ، پارچه شدن سنگ‌ها وتبدیل آن‌ها به خاک وریگ وغیره ارائه کرد، چنین نوع تغییرات فزیکی است . زنگ زدن فلزات ، سوختن مواد سوختی، استحصال ادویه‌ها و ساختن انواع وسایل ومواد زینتی وغیره نوع تغییرات کیمیاوی است که این نوع تغییرات را به نام تعاملات کیمیاوی نیز یاد می‌نمایند. دراین فصل انواع طرز تحریر درســت معــادلات تعاملات کیمیاوی را به شیوۀدرســت مطالعه خواهید کرد و خواهید آموخــت که تعاملات کیمیاوی چند نوع اســت، چطور می‌توان مواد را باهم تعامل داد؟ تعاملات اندوترمیک واکزوترمیک کدام نوع تعاملات است؟ شیوه درست تحریر معادلات چطور است؟

۷ – ۱ : مفهوم معادلهٔ کیمیاوی

معادلهٔ کیمیاوی نشـان دهندهٔ تعاملات کیمیاوی بوده که به وسـیله سمبول‌ها وفورمول‌های مرکبات نمایش داده می‌شود . موادی که در تعامل سهم میگیرند به نام مواد تعامل کننده یا مواد اولیه یاد شـده وموادی که در نتیجهٔ تعامل مواد اولیه حاصل می گردد ، به نام محصول تعامل یاد می‌شوند .

در معادلات کیمیاوی مواد تعامل کننده را به طرف چپ ومحصول تعامل را به طرف راست معادله تحریر می‌نمایند و به عوض علامه (=) درمعادله از وکتور ($\longrightarrow$) استفاده می گردد . وکتور معنی «می‌دهد » را افاده می کند ؛ به طور مثال :

آهن + سلفر $\longrightarrow$ آهن (II) سلفاید



شکل (7 – 1): تعامل آهن وسلفر و تشکیل فیریم سلفاید

قبل از اینکه معادلهٔ کیمیاوی را بنویسـیم، باید نوع تعامل وفورمول مواد را بدانیم . معادلهٔ کیمیـاوی بیانگر نتایج تجارب عملی بوده و مواد آن قابل لمس ودید میباشـند . یکی از اهداف کیمیا کشـف وتکوین اصول وقوانین است که محصولات تعاملات را پیش بینی کرده میتوانند، گرچه نوشـته‌های صفحه کاغذ به طور سـمبولیک ارائه کنندهٔ خصوصیات مواد تعامل کننده ومحصـول در معادله نبوده، با آن هم کیمیادان‌ها کوشـش می‌نمایند تا معادلات کیمیاوی را به طور درست ودقیق نمایش دهند . برای تحریر یک معادلهٔ کیمیاوی شیوه‌های مختلف به کار رفته است که در زیر به معرفی هر کدام آن می‌پردازیم؛ اما قبل از ارایهٔ شیوه‌های تحریر معادلات باید گفت که در معادله‌های کیمیاوی حالت‌های مواد تعامل کننده ومحصول تعامل را نیز مشـخص می‌سازند، در جدول زیر حالـــت مواد تعامل کننده ومحصول تعامل ارائه شده است.

جدول (7 – 1): حالت مواد تعامل کننده ومحصول تعامل

سمبول‌ها	مفاهیم
(Gas=g)	ماده به حالت گاز است
(Liquid=l)	ماده به حالت مایع است
(Solid = s)	ماده به حالت جامد است
(Aqueouse=aq)	محلول آبی
(Solved=sol)	محلل‌های مختلف
$\longrightarrow$	می دهد
$\rightleftarrows$	تعامل دوطرفه بوده ، مواد محصول دوباره به مواد اولیه تبدیل می‌شود
$\xrightarrow{\Delta}$	تعامل در موجودیت حرارت صورت می گیرد .
$\xrightarrow{Ni}$	موجودیت کتلست در تعامل ضروری است
$\xrightarrow{120^0 C,5atm}$	تعامل در موجودیت فشار وحرارت

۷–۱–۱: معادله‌های تحریری حروفی

دراین نوع معادله‌ها تنها نام مواد تعامل کننده ومحصولات تعامل به حروف تحریر می گردد که نام تجارتی ویا سیستماتیک مواد تعامل کننده ومحصولات تعامل میباشند ، دراین معادلات مواد تعامل کننده به طرف چپ و محصول تعامل به طرف راست وکتور تحریر می گردند، این نوع معادلات اطلاعات بیشتری را درمورد تعامل ارائه نمی‌کنند ؛ به طور مثال :

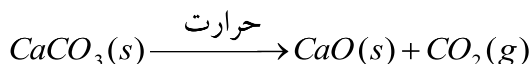
گاز کاربونیک + چونهٔ زنده $\xrightarrow{\text{حرارت}}$ سنگ چونه (نام‌های محلی به دری)

کاربن دای اکساید + کلسیم اکساید $\xrightarrow{\text{حرارت}}$ کلسیم کاربونیت (نام‌های سیستماتیک)

۷ – ۱ – ۲: معادله‌های سمبولیک

دراین نوع معادله‌ها از سمبول‌ها وفورمول‌های کیمیاوی مواد بادر نظر داشت حالت‌های فزیکی هریک از مواد تعامل کننده ومحصول تعامل استفاده می‌شود . چون از معادلات

سمبولیک معلومات واطلاعات بیشتر نسبت به معادلات تحریری حروفی حاصل می گردد ، از این سبب آن را زیاد تر به کار می‌برند . معادلهٔ تحریری حروفی فوق را قرار ذیل میتوان به شکل سمبولیک تحریر کرد:



$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\text{حرارت}} CaO(s) + CO_2(g)$$



فعالیت

برای افاده‌های زیر معادله‌های تحریری حروفی وسمبولیک را بنویسد

1 – از تعامل سوختن گاز میتان ، گاز کاربن دای اکساید وآب تولید می گردد .

2 – بورون (III) اکساید جامد وکاربن (گرافیت) به حرارت زیاد ، بور ون کارباید جامد (B_2C_2)وگاز کاربن مونواکسایدرا تشکیل می‌دهد،

3 – از تعامل گاز نایتروجن دای اکساید با آب گاز نایتریک اسید وگاز نایتروجن (II) اکساید تولید می گردد،

4 – ازتعامل گاز امونیا با گاز فلورین ، دای نایتروجن ترا فلوراید به دست می‌آید

5 – از تعامل امونیم دای کرومیت در اثر حرارت ، گاز نایتروجن ، بخارات آب وکرومیم (III) اکسایدجامد حاصل می گردد.

۷ - ۱ - ۳ : معادلهٔ توصیفی

دراین روش از نام مرکبات وعناصر تعامل کننده ومحصول تعامل در چوکات یک جملهٔ توصیفی استفاده می گردد؛ به طور مثال : کلسیم کاربونیت در اثر حرارت به کلسیم اکساید و گاز کاربن دای اکساید تجزیه می گردد.



فعالیت

1 – امونیم نایترایت تجزیه گردیده ، گاز امونیا وآب حاصل می گردد ، معادله تحریری وسمبولیک آن را بنویسید .

2 – تیزاب نمک وسودیم هایدروکساید با هم تعامل نموده، نمک وآب را تشکیل می‌دهند، معادله تحریری وسمبولیک آن را بنویسید .

۷ - ۱ – ۴ : معادلهٔ شکلی

دراین طریقهٔ تحریر معادلات از اشکال برای نمایش اتومها ومالیکولها غرض تحریر معادلات استفاده می گردد؛ به طور مثال : هایدروجن باآکسیجن تعامل نموده آب را تشکیل می‌نمایند که

معادله شکلی آن قرار ذیل است:



شکل (7 – 2): معادلهٔ شکلی تعامل هایدروجن وآکسیجن وتشکیل آب



فعالیت

معادلات شکلی تعاملات ذیل را تحریر نمایید .

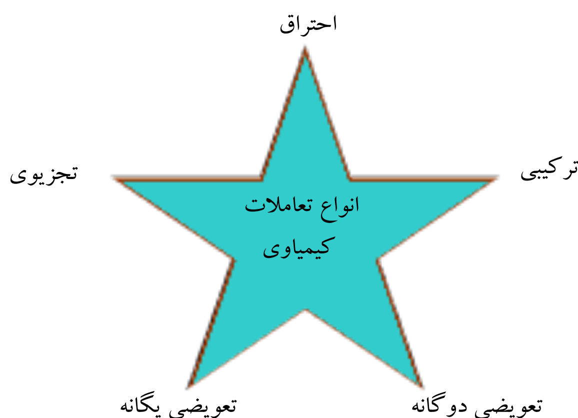
1 – تعامل هایدروجن و نایتروجن و تشکیل امونیا

2 – تعامل کاربن وآکسیجن و تشکیل کاربن دای اکساید .

3 – تعامل هایدروجن وکاربن و تشکیل میتان

۷ – ۲ : انواع تعاملات کیمیاوی

در محیط ما همه روزه تعاملاتی صورت می گیرد که بالای حیات ما تأثیر مستقیم ویا غیر مستقیم دارند، پس لازم است تا درمورد تعاملات کیمیاوی معلومات حاصل گردد؛ اما تعاملات کیمیاوی تا اندازهٔ زیاد است لازم است تا مطالعات بیشتر و زمان بیشتر برای شناخت آن‌ها داشته باشیم.



قابل یاد آوری است این‌که تعاملات کیمیاوی قسمت اعظم مطالعات کیمیاوی را تشکیل می‌دهند ؛ ازاین سبب کیمیادان‌ها تعاملات کیمیاوی را به انواع مختلف تقسیم نموده اند واین شیوهٔ تقسیم بندی هارا بادر نظر داشت میخانیکیت آن‌ها در جدول ذیل خلاصه می‌نماییم :

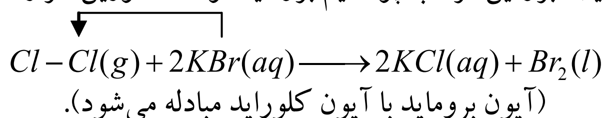
جدول (7 –2): انواع تعاملات کیمیاوی

شماره	طبقه بندی	انواع	تعریفات	مثال‌ها
1	انتقال الکترون	اکسیدیشن وریدکشن	نمبراکسیدیشن بعضی اتوم‌ها تغییر می کند	$\overset{-4}{C}H_4 + 2O_2 \longrightarrow \overset{+4}{C}O_2 + 2H_2\overset{-2}{O}$
		غیراکسیدیشن وریدکشن	نمبر اکسیدیشن تغییر نمی کند	$Ca^{2+}O + H_2O \longrightarrow Ca^{2+}(OH)_2$
2	انتقال انرژی	اگزوترمیک (حرارت زا)	مقدار معین انرژی آزاد می گردد .	$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + E$
		اندوترمیک (جذب کننده انرژی)	انرژی را از محیط جذب می‌نماید	$2HgO + E \longrightarrow 2Hg + O_2$
3	برگشت پذیری	رجعی	محصول تعامل دوباره به مواد اولیه تبدیل می گردد	$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$
		غیر رجعی	محصول تعامل دوباره به مواد اولیه تبدیل نمی گردد .	$C_3H_8 + 5O_2 \longrightarrow 3CO_2 + 4H_2O + E$
4	نوعیت مواد	سوختن	تعامل مواد باآکسیجن که حرارت و روشنی تولید می گردد	$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$
		هایدرولیز	پارچه شدن یک ماده به چندین ماده توسط آب وعمل متقابل آیونهای آب وآیونهای مالیکول مرکب	$NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4OH + H^+ + Cl^-$
		خنثی شدن	تعاملات بین تیزاب والقلی	$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$

		رادیکال	تعاملاتی که به اساس رادیکالها صورت میگیرد	$Cl_2 \xrightarrow{\text{نور}} 2Cl\cdot$
		اضافه شدن	یک ماده به مادهٔ دیگر علاوه می گردد	$C_2H_4 + H_2 \longrightarrow C_2H_6$
5		حذفی	یک جزء از مالیکول تجرید می گردد	$C_2H_6O \longrightarrow C_2H_4 + H_2O$
		الکترون دوستی	با تولید یک ذره الکترون دوست تعامل آغاز می گردد.	$HNO_3 + H_2SO4 \longrightarrow HSO_4^- +$ $H_2O + \overset{+}{N}O_2$ $\overset{+}{N}O_2 + C_6H_6 \longrightarrow C_6H_5NO_2 + \overset{+}{H}$
	مقدار مواد اولیه و محصولات	تجزیه	از یک ماده چندین ماده حاصل می گردد.	$2H_2O \longrightarrow 2H_2 + O_2$
6		ترکیب	از چندین ماده یک ماده حاصل می گردد.	$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$
	تعویض	تعویض ساده	یک ویا چند اتوم جای یک یا چند اتوم را در مالیکول اشغال می‌نماید	$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$
7		تعویض دوگانه	تعویض آیون‌های مرکبات بایکدیگر	$HNO_3 + NaOH \longrightarrow NaNO_3 + H_2O$

۷-۲-۱: تعاملات تعویضی

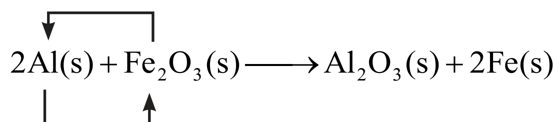
۷-۲-۱-۱: تعاملات تعویضی یگانه یا ساده: در این نوع تعاملات اتوم‌های یک عنصر خالص، اتوم‌های عنصر دیگررا در یک مرکب تعویض می‌نماید ، یا به عبارهٔ دیگر اتوم‌های یک عنصر خالص اتوم‌های عنصر دیگر را از کدام مرکب بی جا ساخته و خودش جای آن را در مرکب اشغال می‌نماید ؛ بطور مثال: کلورین با پتاشیم برومايد تعامل نموده در نتیجه برومین مرکب پوتاشیم برومايد توسط کلورین قرار معادلهٔ زیر تعویض می گردد:



$$Cl - Cl(g) + 2KBr(aq) \longrightarrow 2KCl(aq) + Br_2(l)$$

(آیون برومايد با آیون کلورايد مبادله می‌شود).

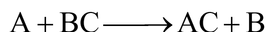
المونیم با آهن موجود در اکساید آهن مبادله می‌شود:



$$2Al(s)+Fe_2O_3(s)\longrightarrow Al_2O_3(s)+2Fe(s)$$

در بعضی از تعاملات تعویضی ساده میتوان از روابط زیر به حیث نمونه استفاده کرد:

اگر A فلز فعال باشد میتواند در مرکب $BC(CuSO_4)$ عنصر مس (B) را جدا ساخته و AC را می سازد.

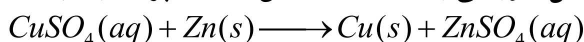


$$A+BC\longrightarrow AC+B$$



$$Fe+CuSO_4\longrightarrow FeSO_4+Cu$$

شکل زیر تعامل تعویضی یگانهٔ جست و مس را درکاپر سلفیت با معادلهٔ آن نشان می‌دهد:



$$CuSO_4(aq)+Zn(s)\longrightarrow Cu(s)+ZnSO_4(aq)$$

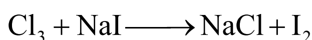


شکل (7-3): تعامل جست با کاپر سلفیت

اگر A یک غیر فلز فعال باشد جای یک غیر فلز دیگر را در مرکب می گیرد، مثلا:



$$A+BC\longrightarrow AB+C$$



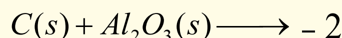
$$Cl_2+NaI\longrightarrow NaCl+I_2$$



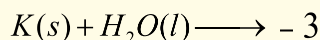
فعالیت

الف- تعاملات زیر را به شکل تعویضی ساده تکمیل نمایید.

1 - المونیم با تیزاب نمک تعامل نموده المونیم کلوراید و هایدروجن را تشکیل می‌دهد.

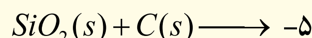


2 - $C(s)+Al_2O_3(s)\longrightarrow$



3 - $K(s)+H_2O(l)\longrightarrow$

۴- مس با محلول نایتریت نقره تعامل نموده است .

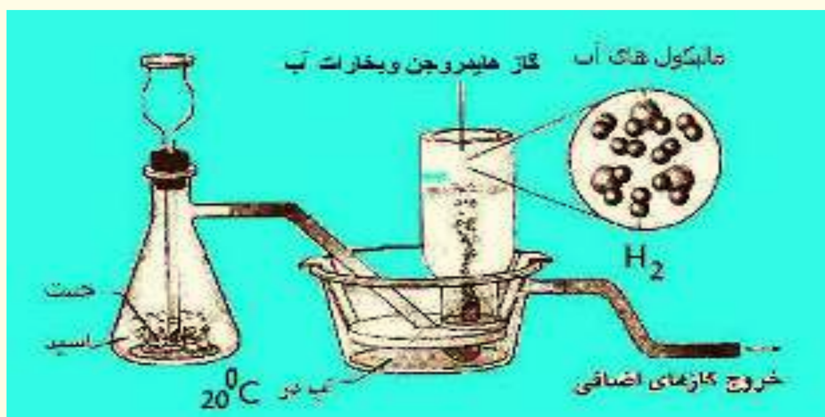


۵- $SiO_2(s)+C(s)\longrightarrow$

ب- بیجا شدن هایدروجن ازتیزاب نمک توسط فلز جست.

سامان و مواد مورد ضرورت: فلاسک، سر پوش، نل زانو خم، نل رابری به طول $50cm$ تشت آب، آب عادی، تست تیوب‌ها چهار عدد، پایه ، گیرا ، تست تیوب دانی، توته‌های جست 5 یا 6 دانه، $10mL$ تیزاب نمک ویا گوگرد.

طرز العمل: توته‌های جست را در فلاسک انداخته، بالای آن تیزاب نمک علاوه نمایید، مطابق به شکل ذیل هایدروجن بیجا شده را امتحان نمایید.



شکل(7 – 4): تعامل جست با تیزاب نمک (HCl)

1 – معادلهٔ تعامل را بنویسید.

2 – کدام فلزات دیگر هایدروجن را بیجا می‌سازند؟ لست نمایید.

خود را امتحان کنید

به معادلات حروفی و تحریری تعاملات تعویضی ساده زیردقت کنید

الف – گاز هایدروجن + القلی ⟵ آب + فلزات فعال

ب – گاز هایدروجن + نمک ⟵ یکعده تیزابها + عدهٔ از فلزات

ج – غیر فلز ضعیف + نمک جدید ⟵ نمک + غیر فلز فعال تر

د – فلز ضعیف تر + نمک جدید ⟵ نمک + فلز فعال تر

معادلات زیر به کد ام یکی از معادلات حروفی فوق مطابقت دارد؟ نمبر آن‌ها را در مقابل معادلات فوق قرار دهید:

$$1- \quad Br_2 + 2NaI \longrightarrow 2NaBr + I_2$$

$$2- \quad Mg + CuSO_4 \longrightarrow MgSO_4 + Cu$$

$$3- \quad 2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$$

$$4- \quad Zn + 2HCl \longrightarrow ZnCl_2 + H_2$$

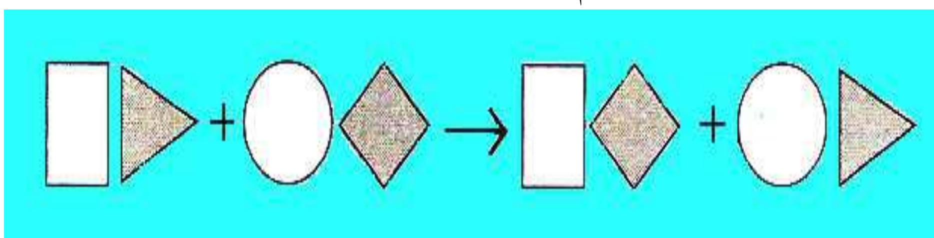


بیشتر بدانید

$Cu + HCl \longrightarrow$ تعامل نمی کند

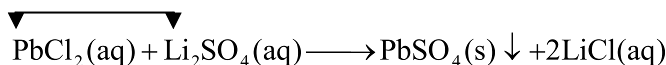
۷ - ۲ - ۱ - ۲ : تعاملات تعویضی دوگانه

در این نوع تعاملات آیون‌ها ویا اتوم‌های یکی از مرکبات توسط آیونهایا اتوم‌های مرکب دیگـر تعویض می گردد ویا به عبـارهٔ دیگر آیونهای دو مرکب جاهای یکد یگر را در مالیکول اشـغال می‌نمایند. تعامل دو نمک منحل که به تشـکیل یک نمک غیر منحل منجر می گردد، از جملهٔ تعاملات تعویضی دوگانه مهم محسوب می‌شوند:



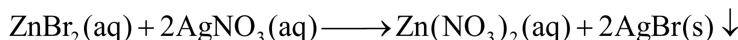
شکل (7 – 5): تعامل تعویضی و معادلهٔ شکلی آن

تعویض کتیون.

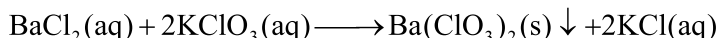


$$PbCl_2(aq) + Li_2SO_4(aq) \longrightarrow PbSO_4(s)\downarrow + 2LiCl(aq)$$

تعویض انیون



$$ZnBr_2(aq) + 2AgNO_3(aq) \longrightarrow Zn(NO_3)_2(aq) + 2AgBr(s)\downarrow$$



$$BaCl_2(aq) + 2KClO_3(aq) \longrightarrow Ba(ClO_3)_2(s)\downarrow + 2KCl(aq)$$

شکل عمومی تعاملات تعویضی دوگانه طور زیر است:



$$AB \quad + \quad CD \quad \longrightarrow \quad CB \quad + \quad AD$$

مرکب چهارم + مرکب سوم $\longrightarrow$ مرکب دوم + مرکب اول

به خاطر داشــته باشــید که در تعاملات تعویضی دو گانه حد اقل یکی از محصولات تعامل، مادهٔ غیر منحل، آب یا گاز باشد.

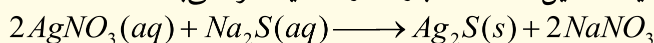


فعالیت

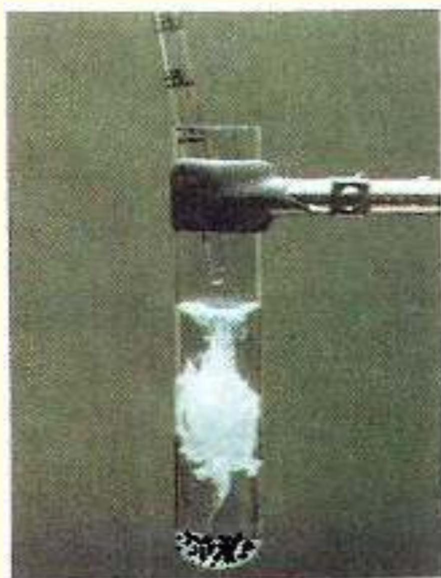
تعامل نایتریت نقره با سودیم سلفاید

ســامان و مواد مورد ضرورت: تســت تیوب، میلهٔ شیشــه یی، منبع حرارت، گیرا، نایتریت نقره و سودیم سلفاید.

طرز العمل: ســودیم سلفاید را در تســت تیوب انداخته، بالای آن نایتریت نقره علاوه نمایید، تســت تیوب را توســط گیرا گرفته ، برای یــک دقیقه آن را گرم نماییــد، دراین صورت رسوب سیاه تشکیل شده که عبارت از سلفاید نقره می‌باشد:



$$2AgNO_3(aq) + Na_2S(aq) \longrightarrow Ag_2S(s) + 2NaNO_3$$



شکل (7 – 6): تعامل نایتریت نقره با سلفاید سودیم

علاوه از رسوب کدام مادهٔ دیگر را می‌بینید که سبب تغییر در محیط تعامل گردیده است؟

۷ - ۲ - ۲ : انحلالیت وتشکیل محلول‌ها

مواد کیمیاوی به اســاس عمل متقابل کیمیاوی ویا به اساس عمل متقابل فزیکی در یک دیگر حل می گردند؛ بنابر این انحلالیت مواد نیز میتواند یک نوع تعامل قســمی محســوب گردد.در زیر انحلالیت مواد را درآب مطالعه می‌نماییم:

مواد منحل و غیر منحل در آب

نمک‌ها، القلی‌ها و تیزاب‌های که بیشـــتر از $0.1 mol/L$ آب حل شـــوند، به نام مواد منحل و اگر بین $0.1-0.001 mol/L$ درآب حل شوند،کمتر منحل و اگر کمتر از $0.001 mol/L$ درآب حل باشند ، به نام مواد غیر منحل یاد می‌شوند.

نمک‌های که آیون‌های نایتریت (NO_3^-) را دارا اند ، در آب منحل اند.

تمام استیت ها (CH_3COO^-) در آب منحل اند.

تمام نمک‌های کلوریت(ClO_3^-)ها به اســـتثنای پتاشیم کلوریت در آب منحل اند، پتاشیم کلوریت کمتر منحل است .

اکثر کلوراید ها(Cl^-) در آب منحل اند؛ به جز $PbCl_2, CuCl, Hg_2Cl_2, AgCl$ که در آب غیر منحل اند (سرب (II) کلوراید $PbCl_2$ در آب جوش حل می‌شود) .

اکثر برومایدها(Br^-) در آب منحل اند؛ به جز $HgBr_2, PbBr_2, CuBr, Hg_2Br_2, AgBr$ که در آب غیر منحل بوده و $HgBr_2$ کمتر منحل اند.

اکثـــر آیودایدها (I^-) در آب منحل اند؛ به اســـتثنای AgI، Hg_2I_2، CuI، PbI_2 و HgI_2 که در آب غیر منحل می‌باشند .

تمام سلفیت‌ها (SO_4^{2-}) به استثنای $Hg_2SO_4, BaSO_4, SrSO_4, CaSO_4, Ag_2SO_4$ در آب حل می‌شـــوند. بیشترین ســـلفیت‌های غیر منحل مربوط به فلزات گروپ اصلی جدول دوره یی عناصر اند.

ســـلفاید ها(S^{2-}) در آب غیر منحل اند، به اســـتثنای سلفایدهای گروپ اول (I) و دوم (II) اصلی جدول دوره یی عناصر و امونیم سلفاید $(NH_4)_2S$ که در آب منحل اند.

کاربونیت‌هـــا (CO_3^{2-}) در آب غیر منحل اند ، به جز از کاربونیت‌های گروپ اول جدول دوره یی عناصر (فلزات القلی) و امونیم کاربونیت $(NH_4)_2CO_3$ در آب حل می‌شوند .

فاسفیت‌ها در آب غیر منحل اند؛ اما $(NH_4)_3PO_4$ در آب حل می‌شود

هایدروکســـایدها (OH^-) در آب غیر منحل اند ، به جز از هایدروکســـایدهای گروپ اول (فلزات القلی) ، $Sr(OH)_2, Ba(OH)_2$ و کلسیم هایدروکساید کمتر منحل اند.



فعالیت

محصولات تعاملات زیر را بنویسید:

1 – $NaHCO_3(aq)+HCl(aq)\longrightarrow$

2 – $CaO(s)+CO_2(g)\longrightarrow$

3 – $AgNO_3(aq)+Cu(s)\longrightarrow$

4 – $Ca(NO_3)_2(aq)+Na_2CO_3(aq)\longrightarrow$

5 – $NaCl(aq)+AgNO_3(aq)\longrightarrow$

6 – $Ca(HCO_3)_2(aq)\xrightarrow{\Delta}$

۷ – ۲ – ۲ : تعاملات تجزیوی

اکثر مرکبات به واسطهٔ جذب انرژی به شکل حرارت، برق، نور و تصادمات میخانیکی تجزیه شده و به مواد ساده تبدیل می گردد . شکل عمومی این نوع تعاملات قرار زیر است:



$$AB\longrightarrow C+D$$

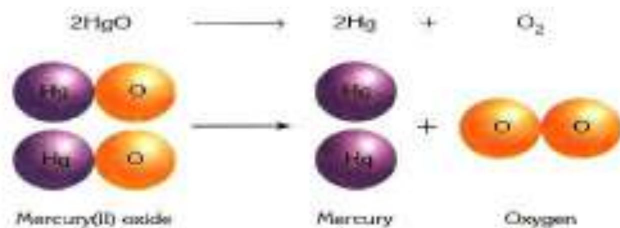
در نتیجهٔ تجزیهٔ مرکبات، ممکن محصولات نیز مرکبات باشند ، در این صورت C و Dمرکبات اند. اگر محصولات تعامل عناصر باشند، در این صورت C و D نیزعناصر بوده (A+B) و در صورتی که مواد محصول از تعامل هم عنصر و هم مرکب باشند، در این صورت C وD عنصر و مرکب می‌باشد؛ به این اساس میتوان معادلات ذیل را به نوع تعاملات ذکر شدهٔ فوق تحریر کرد:

1 – مرکب + مرکب $\xrightarrow{\text{حرارت}}$ مرکب

2 – عنصر + مرکب $\xrightarrow{\text{حرارت}}$ مرکب

3 – (عناصر) عنصر + عنصر $\xrightarrow{\text{حرارت}}$ مرکب

اگر به اکساید سیماب حرارت داده شود ، سیماب فلزی و گاز آکسیجن تشکیل می گردد:

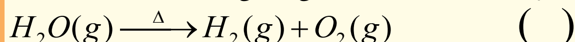


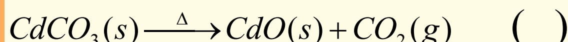
شکل (7 – 7): معادلهٔ شکلی تجزیهٔ مرکبوری اکساید

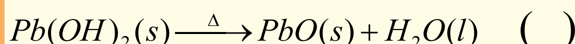


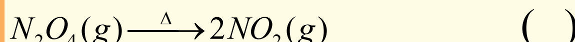
فعالیت

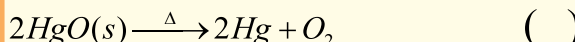
مثال‌های زیر را به دقت مشاهده نموده، با در نظر داشت نوع تعاملات فوق در مقابل هر تعامل عدد 1 یا 2 و یا 3 از صفحه ۱۹۲ را که نمبر تعاملات مذکور در متن درس است، بنویسید:

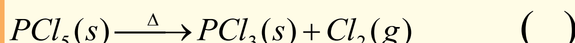

$H_2O(g) \xrightarrow{\Delta} H_2(g) + O_2(g)$ ( )

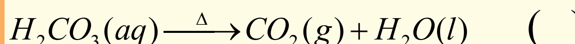

$CdCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CdO(s) + CO_2(g)$ ( )


$Pb(OH)_2(s) \xrightarrow{\Delta} PbO(s) + H_2O(l)$ ( )


$N_2O_4(g) \xrightarrow{\Delta} 2NO_2(g)$ ( )

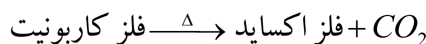

$2HgO(s) \xrightarrow{\Delta} 2Hg + O_2$ ( )

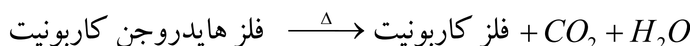

$PCl_5(s) \xrightarrow{\Delta} PCl_3(s) + Cl_2(g)$ ( )

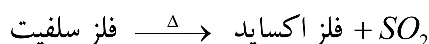

$H_2CO_3(aq) \xrightarrow{\Delta} CO_2(g) + H_2O(l)$ ( )

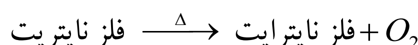
خصوصیت مشترک این نوع تعاملات عبارت از تشکیل مواد ساده از مرکبات مغلق می‌باشد .

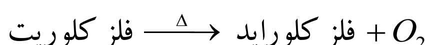
قواعد عمومی برای تعاملات تجزیوی را می‌توان طور زیر نوشت:

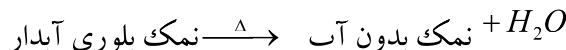

فلز کاربونیت $\xrightarrow{\Delta}$ فلز اکساید $+ CO_2$


فلز هایدروجن کاربونیت $\xrightarrow{\Delta}$ فلز کاربونیت $+ CO_2 + H_2O$

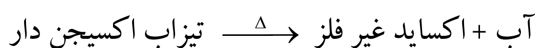

فلز سلفیت $\xrightarrow{\Delta}$ فلز اکساید $+ SO_2$


فلز نایتریت $\xrightarrow{\Delta}$ فلز نایترایت $+ O_2$

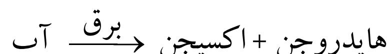

فلز کلوریت $\xrightarrow{\Delta}$ فلز کلوراید $+ O_2$

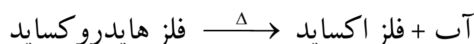

نمک بلوری آبدار $\xrightarrow{\Delta}$ نمک بدون آب $+ H_2O$


مادهٔ مرکب دو عنصری $\xrightarrow{\Delta \text{ نور}}$ عنصر A + عنصر B


تیزاب اکسیجن دار $\xrightarrow{\Delta}$ آب + اکساید غیر فلز


نمک ذوب شده $\xrightarrow{\text{برق}}$ فلز + غیر فلز

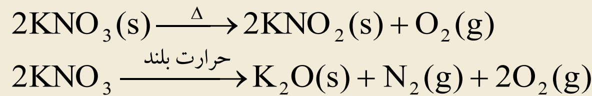

آب $\xrightarrow{\text{برق}}$ هایدروجن + اکسیجن


فلز هایدروکساید $\xrightarrow{\Delta}$ آب + فلز اکساید



بیشتر بدانید

مرکب فلز نایتریت توسط حرارت به فلز نایترایت و گاز آکسیجن و در حرارت بلند به فلز اکساید و گازات نایتروجن وآکسیجن تبدیل می گرددک



$$2KNO_3(s) \xrightarrow{\Delta} 2KNO_2(s) + O_2(g)$$

$$2KNO_3 \xrightarrow{\text{حرارت بلند}} K_2O(s) + N_2(g) + 2O_2(g)$$

جستجو کنید

آیـا برای تعاملات تجزیوی میتوانید مثال‌های دیگری به علاوه از مثال‌های ذکر شـدۀ این درس تحریر بدارید؟

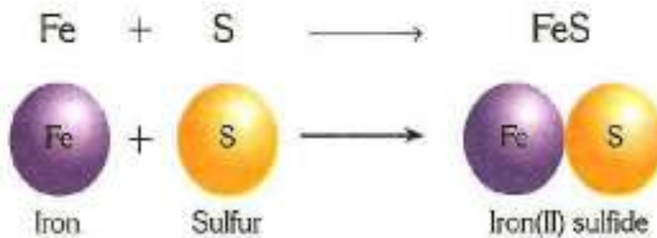
۷ – ۲ – ۳: تعاملات ترکیبی

تعاملات که در نتیجۀ آن دو یا چند ماده ساده با هم ترکیب شد یک مادۀ مغلق یا مرکب را می‌ســازد که از تعداد وانواع بیشتری از اتوم‌ها تشکیل شده باشد، به نام تعاملات ترکیبی یاد می‌شوند.

شکل عمومی آن قرار زیر است: $A + B \longrightarrow CD$

CD مرکب است، A و B ممکن عناصر یا مرکبات باشند و یا A مرکب و B عنصر باشد.

بصورت عموم تعاملات ترکیبی به طور زیر نمایش داده می‌شوند:



شکل (7 – 8): معادلۀ شکلی تعامل تشکیل فیریم(II) سلفاید

1 – (مرکبات) مرکب ⟵ مرکب + مرکب

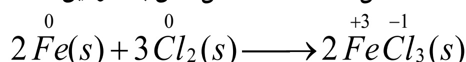
2 – مرکب ⟵ عنصر + مرکب

3 – مرکب ⟵ عنصر + عنصر

شکل زیر تعامل جمعی آهن و کلورین را نشان می‌دهد .



شکل (7 – 9): تعامل آهن با کلورین



$$2\overset{0}{Fe}(s)+3\overset{0}{Cl_2}(s)\longrightarrow 2\overset{+3}{Fe}\overset{-1}{Cl_3}(s)$$



فعالیّت

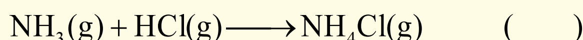
تعاملات زیر را به دقت خوانده، توسط اعداد 1, 2 و 3 از صفحه ۱۹۴ که نمبر نوع تعاملات عمومی فوق الذکراست ،به آن‌ها ارتباط دهید:



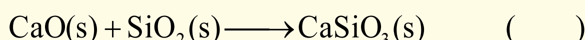
$H_2(g)+O_2(g)\longrightarrow H_2O(l)$ (   )



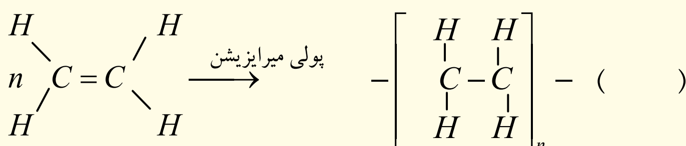
$Hg(l)+O_2(g)\longrightarrow HgO(s)$ (   )

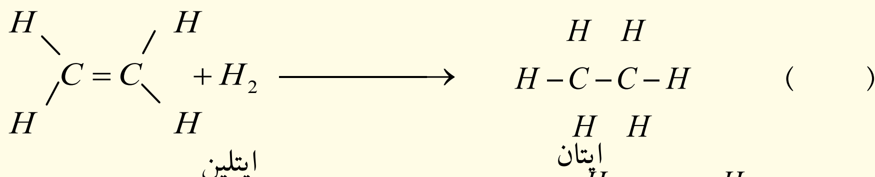


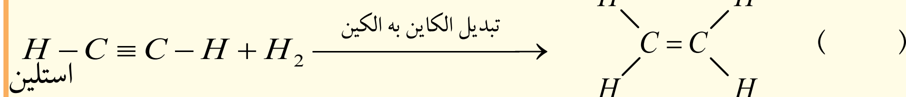
$NH_3(g)+HCl(g)\longrightarrow NH_4Cl(g)$ (   )



$CaO(s)+SiO_2(s)\longrightarrow CaSiO_3(s)$ (   )









$Na_2CO_3+H_2O+CO_2\longrightarrow 2NaHCO_3$

اشکال عمومی تعاملات ترکیبی را میتوان طور زیر فورمول بندی نمود که بسیاری از تعاملات آن به این اشکال مطابقت می‌نمایند:

فلز اکساید ⟵ آکسیجن + فلز

غیر فلز اکساید ⟵ آکسیجن + غیر فلز

(قلوی) فلز هایدروکساید ⟵ آب + فلز اکساید

تیزاب آکسیجن دار ⟵ آب + غیر فلز اکساید

نمک ⟵ اکساید غیر فلز + اکساید فلز

پولیمر $\xleftarrow{\text{پولیمرایزیشن}}$ مونو مر

آب ⟵ آکسیجن + هایدروجن

$x = (F, Cl, Br, I) \quad NH_4X \longleftarrow HX +$ امونیاک

مرکبات مشبوع $\xleftarrow{\text{هایدرو جنیشن}}$ $H_2 +$ مرکبات غیر مشبوع

مشتقات اکسیجنی هایدروکاربن ها ⟵ آب + مرکبات غیر مشبوع

$x = (Cl, Br, I)$, هایدروکاربن‌های مشبوع هلوجندار $\longleftarrow X_2 +$ مرکبات غیر مشبوع

$x = (Cl, Br, I)$, هایدروکاربن‌های مشبوع هلوجندار $\longleftarrow HX +$ مرکبات غیر مشبوع



فعالیت

جداکردن منگ سماوارها و چای جوش ها: در وسایلی مانند سماوار و چای جوش که آب را در آن‌ها جوش می‌دهند، کلسیم بای کاربونیت و مگنیزیم بای کاربونیت منحل در آب‌های عادی به اثر جوش شدن ترسب می‌نمایند و به نمک‌های غیر منحل تبدیل می‌شود. این کاربونیت‌ها در چنین ظروف و وسایل رسوب کرده سبب ازدیاد کتله و بندش شیردهن‌ها مجرای خروجی آب این وسایل می گردد. برای تجرید منگ از وسایل، از طریقه‌های مختلف استفاده میکنند، یکی از این طریقه‌ها تهیهٔ محلول قلوی وعلاوه نمودن آن بالای منگ می‌باشد.

مواد و وسایل مورد ضرورت: گیلاس، هاونگ با دسته، ترازو، چای جوش منگ گرفته شده ، 10g نمک طعام، 9g سودیم هایدروکساید، 0.5g پوتاشیم کاربونیت و 0.2g پوست بلوط.

طرز العمل: نمک طعام ، K_2CO_3 و پوست بلوط را طبق کمیت‌های فوق به طور دقیق

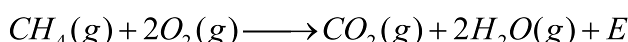
وزن کرده و باهم مخلوط نمایید و در هاونگ آن را خوب به پودر تبدیل نمایید، سپس آن را در یک گیلاس انداخته و آن را برای از بین بردن منگ استعمال نماید.

$\frac{2}{3}$ حصهٔ حجم چای جوش را از آب پر نمایید، به طور تقریبی در مقابل هر لیتر آب $2-3g$ پودر القلی تهیه شده را درآن علاوه نمایید. چای جوش را بالای منبع حرارت گذاشته بعد از جوش آمدن آب، به مدت $3-5$ دقیقه چای جوش را از منبع حرارت دور ننمایید و حرارت دادن را ادامه دهید و بعد از آن چای جوش را از آب تخلیه نموده ، با آب عادی و مایع ظرف شویی چای جوش را بشویید ، تغییرات رادر چای جوش مشاهده نموده ودر کتابچه‌های تان یادداشت کنید.

۷-۲-۳: تعاملات احتراقی (سوختن)

تعامل مواد با اکسیجن در صورتی که با تولید حرارت و نور همرا باشد ، به نام سوختن یاد می‌شود. از تعامل سوختن فلزات، اکسایدهای فلزی و از احتراق مرکبات عضوی با اکسیجن، CO_2، آب و انرژی تولید می گردد، از احتراق عناصر غیر فلزات، اکسایدهای غیر فلز تولید می گردند. از سوختن هایدروکاربن‌ها و سایر مرکبات عضوی سلفر دار ، سلفر دای اکساید و از سوختن مرکبات عضوی نایتروجن دار، اکسایدهای مختلف نایتروجن، بخصوص NO_2 تولید می‌شود.

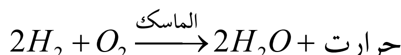
به طور مثال: معادلهٔ سوختن میتان را طور زیر نوشته کرده می‌توانیم:



$$CH_4(g)+2O_2(g)\longrightarrow CO_2(g)+2H_2O(g)+E$$

اگر مقدار آکسیجن کم باشد، همراه با CO_2 مقدار گاز CO یا دود C نیز مشاهده می گردد و مقدار حرارت آزاد شده کم می‌باشد.

هایدروجن در طبقات بلند اتموسفیر در موجودیت اکسیجن سوخته تولید آب و حرارت را می‌نماید:



$$2H_2+O_2\xrightarrow{\text{الماسک}}2H_2O+\text{حرارت}$$

اکثر فلزات با اکسیجن تعامل نموده ، اکساید مربوطه ، روشنی و حرارت را تولید میکند؛ به طور مثال : اگر فلز مگنیزیم بالای شعلهٔ آتش قرار داده شود، شعله ورشده، می‌سوزد.



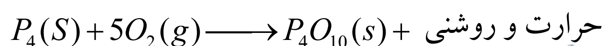
$$2Mg+O_2\longrightarrow 2MgO+\text{حرارت و نور}$$

آیا سوختن مواد یکی از انواع تعاملات ترکیبی می باشند؟ سوختن خود بخودی فاسفورس در

هوای مرطوب، یکی از تعاملات مهم سوختن مواد است، شکل ذیل سوختن خود به خودی فاسفورس سفید را نشان می‌دهد:



شکل (7 – 10): سوختن فاسفور در هوا



$P_4(S) + 5O_2(g) \longrightarrow P_4O_{10}(s) +$ حرارت و روشنی

فکر کنید

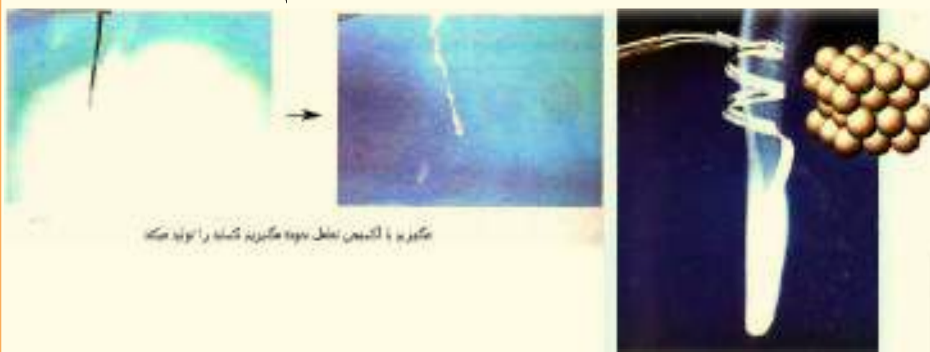
آیا تعامل سوختن مواد را میتوان نوع تعاملات ترکیبی قبول کرد؟

فعالیت

سوختن فلز مگنیزیم

مواد و لوازم مورد ضرورت: فلز مگنیزیم و گوگرد.

طرز العمل: $20cm$ فیتهٔ فلز مگنیزیم را گرفته توسط گوگرد بسوزانید، حرارت و روشنی آن را مشاهده نمایید. تولید خاکستر سفید را که اکساید مگنیزیم بوده مشاهده کنید:



شکل (7-11): سوختن سیم مگنیزیم و تشکیل حرارت

۷ – ۲ – ۴ : تعاملات اکزوترمیک و اندوترمیک

تعاملات کیمیاوی از لحاظ جذب و یا آزاد نمودن انرژی به دو دسته تقسیم می گردند،

دستهٔ اول نوع تعاملات است که در نتیجه صورت گرفتن آن‌ها علاوه بر محصولات تعامل، انرژی به شکل حرارت و نور نیز آزاد می گردد ، این نوع تعاملات را به نام تعاملات اکزوترمیک (Exothermic) یاد می‌نمایند . اکثر تعاملات القلی‌ها با تیزاب‌ها اکزوترمیک بوده و با آزاد شدن حرارت صورت میگیرند ؛ بطور مثال:



$$NaOH + HCl \longrightarrow NaCl + H_2O + E$$ حرارت

انرژی + آب + نمک ⟵ تیزاب نمک + سودیم هایدروکساید

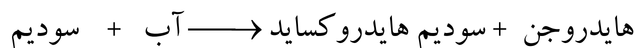
فلزات فعال با آب تعامل نموده نور و حرارت را تولید می‌نماید؛ بطور مثال: وقتیکه توتهٔ کوچک فلز سودیم در تشت پر از آب انداخته شود، تعامل بسیار سریع صورت گرفته و با تولید نور و حرارت همراه می‌باشد:



شکل (7 – 12): تعامل اکزوترمیک سودیم در آب و تولید حرارت و نور



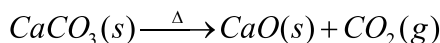
$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2 +$$ نور + حرارت



هایدروجن + سودیم هایدروکساید ⟵ آب + سودیم

تعاملات اکزوترمیک نیز گاهی برای فعال شدن مواد داخل تعامل به انرژی ضرورت داشته؛ مگر انرژی که در جریان تعامل آزاد می گردد، بیشتر از آن مقدار انرژی است که برای فعال ساختن مواد داخل تعامل به مصرف میرسد؛ به طور مثال: فلز مگنیزیم را باید ابتدا به شعلهٔ آتش نزدیک سازیم تا تعامل آغاز گردد، وقتی که تعامل شروع شد، مقدار بی نهایت انرژی آزاد میشود. هم چنان اگر بالای پتاشیم پرمنگنیت گلیسرین راعلاوه نماییم، در آغاز تعامل به انرژی آفتاب ضرورت بوده که این انرژی به نام انرژی فعال سازی یا انرژی اکتیویشن (Activition) یاد می‌شود.

تعاملاتی که با جذب انرژی صورت می گیرند یا تعاملاتی که مستلزم حرارت اند ، به نام تعاملات اندوترمیک (Endothermic) یاد می گردند. اکثر تعاملاتی که در طبیعت صورت می گیرند، از این جمله تعاملات اند؛ به طور مثال: استحصال چونه از سنگ چونه با مصرف زیاد انرژی امکان پذیر است :

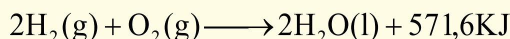


$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\Delta} CaO(s) + CO_2(g)$$



فعالیت

معادلات تعاملات زیر را ملاحظه نموده ، تعامل اکزوترمیک را به حروف (Ex) و اندوترمیک را به حروف (En) در کتابچه‌های خود نشانی کنید:



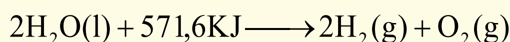
$$2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(l) + 571{,}6KJ$$



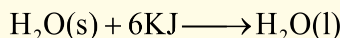
$$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(l) + 890KJ$$



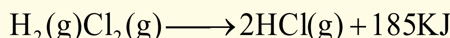
$$2CuO(s) + 314{,}6KJ \longrightarrow 2Cu(s) + O_2$$



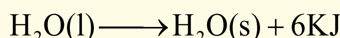
$$2H_2O(l) + 571{,}6KJ \longrightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$$



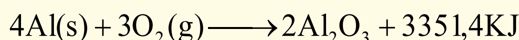
$$H_2O(s) + 6KJ \longrightarrow H_2O(l)$$



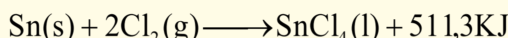
$$H_2(g)Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(g) + 185KJ$$



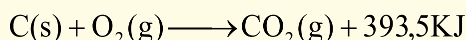
$$H_2O(l) \longrightarrow H_2O(s) + 6KJ$$



$$4Al(s) + 3O_2(g) \longrightarrow 2Al_2O_3 + 3351{,}4KJ$$



$$Sn(s) + 2Cl_2(g) \longrightarrow SnCl_4(l) + 511{,}3KJ$$



$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 393{,}5KJ$$

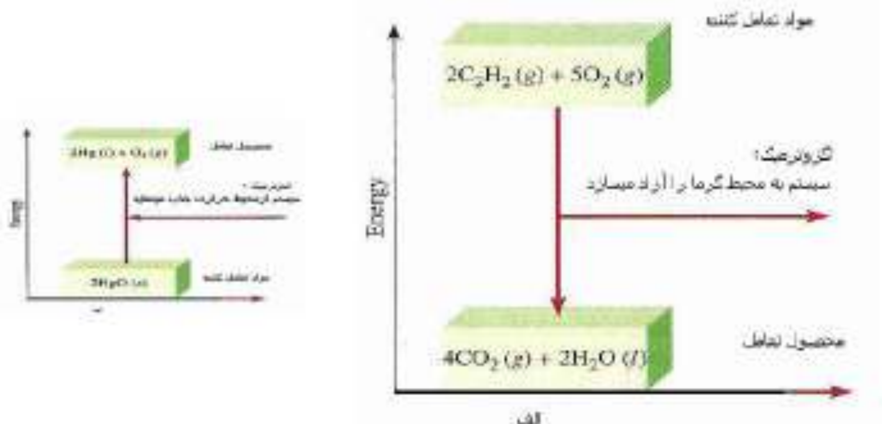
۷ - ۲ - ۵ : دیاگرام انرژی برای تعاملات اکروتزمیک و اندوترمیک

طوری که گفته شد ، تعاملات کیمیاوی از نگاه انرژی به دو دستۀ اکزوترمیک و اندوترمیک تقسیم می گردند. تعاملات اکزوترمیک در ابتدأ تعامل به یک مقدار انرژی ضرورت دارد که این مقدار انرژی به نام انرژی فعال سازی (Activation) یاد می‌شود؛ ولی انرژی که آزاد می گردد بیشتر از مقدار انرژی فعال سازی می‌باشد.

مواد تعامل کننده در تعاملات اکزوترمیک دارای انرژی ذخیروی زیاد بوده و مواد محصول تعامل آن انرژی ذخیروی کم را دارا میباشند. محصولات اکزوترمیک با ثبات بوده و برای

تجزیهٔ آنها به همان مقدار انرژی ضرورت است که در وقت تشکیل آنها آزاد گردیده است.

تعامــلات اندوترمیــک در جریــان تشــکیل مواد محصــول، مواد اولیه انــرژی جـــذب می‌نماینــد؛ لــذا انرژی ذخیره وی مــواد محصول تعامل بیشــتر از مواد تعامل کننده می‌باشــند. محصــولات تعاملات اندوترمیک بی ثبات اند ؛ زیرا مقدار انرژی که در وقت تشــکیل خویش اخذ نموده اند دوباره آن را آزاد می‌سازد.



شکل (7 – 13) دیاگرام انرژی تعامل اکزوترمیک واندوترمیک

الف – سوختن استیلین در موجودیت هوا (اکزوترمیک) ،

ب – تجزیه مرکیوری (II) اکساید (اندوترمیک)



شکل (7 – 14): چراغ اکسی استیلین درموقع سوختن حرارت زیاد را تولید می کند که در ولدنگ کاری وقطع فلزات به کار میرود
.



خلاصهٔ فصل هفتم

- تعاملات کیمیاوی توسط معادلات کیمیاوی نمایش داده می‌شوند.
- تعاملات کیمیاوی نوع جریاناتی اند که در آن‌ها مواد اولیه به مواد جدید یا محصول تعاملات که دارای خواص جدید می‌باشندُ تبدیل می گردند.
- تعامل تعویضی ساده عبارت از تعاملی است که در آن یک یا چند اتوم جای یک یا چندین اتوم هارا در مالیکول متشکل آن‌ها اشغال می‌نمایند .
- تعامل تعویضی دوگانه عبارت از تعاملی است که در آن یک یا چند اتوم از یک مرکب با یک یا چند اتوم مرکب دیگر تعویض می گردد.
- تعامل تجزیوی عبارت از تعاملی است که از تجزیهٔ یک ماده، چند مادهٔ جدید به دست میآید.
- تعامل ترکیبی عبارت از تعامل است که از یک جاشدن دو یا چند ماده، یک مادهٔ جدید تشکیل می گردد.
- تعامل احتراقی عبارت از تعامل است که در آن یک ماده در موجودیت آکسیجن سوخته، تولید اکسایدها، حرارت و روشنی می‌نماید .
- نمک‌ها، القلی‌ها و تیزاب‌های که بیشتر از $0.1 mol / L$(مول درفی لیتر آب) حل شوند، به نام مواد منحل و اگر بین $0.1 - 0.001$ مول فی لیتر آب حل شوند کمتر منحل و اگر کمتر از 0.001 مول فی لیتر آب حل باشند، به نام مواد غیر منحل یاد می‌شوند .
- در تعامل اکزوترمیک در جریان تعامل یک مقدار انرژی آزاد می‌شود.

* محصولات تعاملات اکزوترمیک با داشتن مقدار کم انرژی با ثبات و محصولات تعاملات اندوترمیک با داشتن مقدار زیاد انرژی بی ثبات اند.

- تعاملات اکزوترمیک نیز گاهی برای فعال شدن مواد داخل تعامل به انرژی ضرورت داشته مگر انرژی که در جریان تعامل آزاد می گردد، بیشتر از آن مقدار انرژی است که برای فعال ساختن مواد داخل تعامل به مصرف میرسد.

تمرین فصل هفتم

سؤال‌های چهار جوابه

1 - علامۀ اختصاری برای حالت مواد محلول‌های آبی ------ است .

الف- L ب- l ج- aq د- sol

2 - از سوختن گاز میتان، گاز کاربن دای اکساید و آب تولید می‌شود. این جمله چیست؟

الف- معادلۀ سمبولیک است ب- معادلۀ تحریری است

ج- معادلۀ توصیفی است د- یک عبارت است.

3 - محصول تعامل $K(s)+H_2O(l)\longrightarrow$ عبارت است از:

الف- $K_2O+H_2O_2$ ب- $KOH+H_2$ ج- $K+H_2+O_2$ د- هیچ کدام

4 - تعامل تیزاب با القلی از کدام نوع تعاملات ذیل می‌باشد:

الف- خنثی سازی ب- تعویضی دوگانه ج- رسوب دهنده د- الف و ب هردو

5 - کدام سلفیت‌های زیر در آب غیر منحل اند:

الف- Na_2SO_4 ب- K_2SO_4 ج- $BaSO_4$ د- $FeSO_4$

6 - تعامل $CaCO_3(s)\xrightarrow{\Delta}CaO+CO_2$، کدام نوع تعامل است؟

الف- ترکیبی ب- تجزیوی ج- سوختن د- اکزوترمیک

سؤال‌های صحیح و غلط

جملۀ صحیح را به حرف (ص) و غلط را به حرف (غ) نشانی کنید.

1 - نمک ذوب شده توسط جریان برق به فلز و بقیۀ تیزابی تجزیه می‌شود.( )

2 - تبدیل استیلین به ایتلین تعامل ترکیبی است. ( )

3 - تعامل مواد با اکسیجن به نام سوختن یاد می‌شود.(   )

4 - تعامل فلزات القلی با آب و تیزاب‌ها اکزوترمیک اند.(   )

5 - محصولات اندوترمیک با ثبات اند.(   )

6 - سمبول S برای مایعات در معادلات استعمال می گردد.(   )

7 - $\longrightarrow$ معنی (می دهد) را دارد.(   )

8 - تعامل $C + FeO \longrightarrow Fe + CO_2$ تعویضی دوگانه است.(   )

سؤال‌های خانه خالی

جاهای خالی را به کلمات مناسب تکمیل نمایید.

1 - مگنیزیم با مس (II) سلفیت تعامل نموده .... و .... را تشکیل می‌دهد.

2 - $PbCl_2$ در آب .... اند.

3 - محصولات تعامل تجزیوی $Pb(OH)_2$ عبارت از .... و .... می‌باشند.

4 - شکل عمومی تعاملات ترکیبی .... می‌باشد.

5 - محصول، فلز + اکسیجن عبارت از .... می‌باشد.

6 - سودیم هایدروکساید با تیزاب نمک تعامل می‌نماید .... و .... را می‌سازد.

7 - تعاملاتی که از محیط ماحول خود انرژی را جذب می‌نماید................ نامیده می‌شود.

8 - تعاملاتی که به محیط انرژی می‌دهد................ نامیده می‌شوند.

سؤالهای تشریحی

1 - تعامل کیمیاوی توسط کدام مفاهیم نشان داده می‌شود؟

2 - انواع عمدهٔ تعاملات کیمیاوی را توضیح کنید .

3 - معادلهٔ توصیفی را با یک مثال توضیح نمایید .

4 - معادلهٔ سمبولیک را توسط یک مثال توضیح دهید.

5 - تعامل اکزوترمیک را با یک مثال توضیح نمایید.

6 - تعامل ترکیبی را تعریف و شکل عمومی آنرا بنویسید.

7 - تعامل تعویضی ساده را با یک مثال توضیح کنید .

8 - آیا تعامل القلی با تیزاب تعامل تعویضی است؟ چرا؟

9 - دیاگرام تعاملات اکزوترمیک و اندوترمیک را ترسیم نمایید.

10 - محصول تعاملات زیر را بنویسید و هم آن را به یکی از انواع تعاملات ارتباط دهید.

1− $Al(s) + HCl(l) \longrightarrow$

2− $Fe(s) + H_2O(l) \longrightarrow$

3− $C(s) + Fe_2O_3(s) \longrightarrow$

4− $NaOH(aq) + H_3PO_4(aq) \longrightarrow$

5− $C_2H_5OH(l) + O_2(g) \longrightarrow$

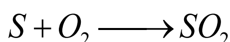
تعاملات اکسیدیشن – ریدکشن

تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن یکی از پروسس‌های بسیار مهم طبیعت می‌باشد. سوختاندن مواد سوختی درسوخت گاه ، دیگ‌های بخار، رسوب الکترولتیکی فلزات، پروسه‌های که در عناصر گلوانیکی و بتری‌ها صورت می گیرد، همه به اساس تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن عملی می گردند . دریافت مواد اولی و ابتدایی(آهن، کروم، منگنیز، طلا، نقره، کلور، آیودین، و غیره) هم‌چنان محصولات مشخص کیمیاوی (امونیا، تیزاب شوره، تیزاب گوگرد و دیگر تیزاب‌ها) به اساس تعاملات اکسیدیشن- ریدکشن حاصل شده است. در اورگانیزم موجودات حیه اعم از نباتات و حیوانات تعاملات و تبادلات اکسیدشن - ریدکشن بسیارمهمی صورت می گیرد که درجریان آن انرژی تولید و مجزا می گردد، این انرژی تولید شده برای بقای حیات موجودات حیه حتمی و ضروری می‌باشد

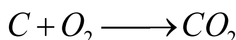
دراین فصل راجع به اکسیدیشن وریدکشن معلومات حاصل می‌نمایید ، نمبراکسیدیشن اتوم‌ها را در مالیکول مرکب و توزین معادلات تعاملات اکسیدیشن وریدکشن را می‌آموزید، میتودهای اساسی توزین تعاملات اکسیدیشن – ریدکشن را نیز یاد خواهید گرفت.

۸ –۱: تعریف اکسیدیشن وریدکشن

در زمان‌هـــای قدیم اصطلاح اکسیدیشـــن و ریدکشـــن به مفهوم دیگری بـــه کار می‌رفت؛ طوری که نصب آکســیجن رابالای مالیکول مرکب به نام عملیۀاکسیدیشن یاد می نمودند ؛ به طور **مثال :**

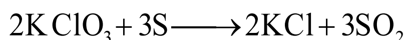


$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$



$$C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

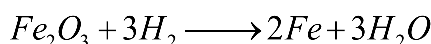
عملیۀ اکسیدیشن ممکن بدون موجودیت آکسیجن آزاد، بلکه به واسطۀ یک مادۀ اکسیجن دهندۀ ترکیبی صورت بگیرد، تعامل ذیل را ملاحظه نمایید:



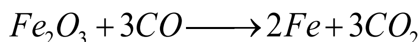
$$2KClO_3 + 3S \longrightarrow 2KCl + 3SO_2$$

در تعامل فوق $KClO_3$ به حیث اکسیدی کننده عمل نموده و سلفر را تحمص نموده است.

عملیه ارجاع کشیدن آکسیجن و نصب هایدروجن را در تعاملات کیمیاوی به نام ارجاع یا ریدکشن یاد می کنند؛ به طور مثال:



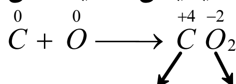
$$Fe_2O_3 + 3H_2 \longrightarrow 2Fe + 3H_2O$$



$$Fe_2O_3 + 3CO \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$$

اکسیدیشن عبارت از عملیه یی است که در آن نمبر اکسیدیشن(مقدار چارج مثبت قسمی) اتوم‌های بعضی از عناصر بلند می‌رود، عملیه یی پایین آمدن نمبر اکسیدیشـــن (مقدار چارج مثبت قسمی) اتوم‌های عناصر را در یک تعامل کیـــمیاوی به نام رید کشن یاد می کنند.

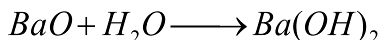
اکثر تعاملات کیمیاوی نوع تعاملات اکسیدیشـــن وریدکشن می‌باشند؛ به طور مثال : تعامل سوختن کاربن نوعی از تعاملات اکسیدیشن – ریدکشن است:



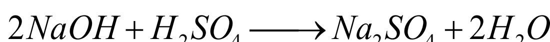
$$\overset{0}{C} + \overset{0}{O} \longrightarrow \overset{+4}{C}\overset{-2}{O_2}$$

اکسیدی شده　　ارجاع شده

اما تعاملات ذیل نوع تعاملات اکسیدیشـــن – ریدکشن نمی‌باشد؛ زیرا نمبرهای اکسیدیشن اتوم‌های مواد تعامل کننده بعد از تشکیل محصولات نیز به حالت اولی باقی مانده است:



$$BaO + H_2O \longrightarrow Ba(OH)_2$$



$$2NaOH + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

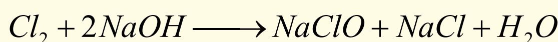
معمولاً عملیهٔ اکسیدیشن وریدکشن در تعاملات کیمیاوی هم زمان صورت میگیرد و تعداد الکترون‌های گرفته شـده مساوی به تعداد الکترونهای باخته شده است، در صورتی که الکترون‌های باخته شده منفی وگرفته شده مثبت قبول گردد ، مجموعهء الجبری آن‌ها مساوی به صفراست.

چون ارجاع یک مادهء کیمیاوی با اکسیدیشن مادهٔ دیگر هم‌زمان صورت می گیرد ، به هر اندازه که الکترونیگاتیویتی اتوم‌های عناصرزیاد باشـد ، به همان اندازه خاصیت اکسیدی کننده گی (اکسـیدانی) آن‌ها قوی می‌باشد. (این خاصیت در عناصر غیر فلزی زیاد است) و بـر عکس هر قدر که عناصر دارای خاصیت الکترونیگاتیویتی پایین باشـد به همان اندازه خاصیت اکسیدانی آن‌ها ضعیف بوده و خاصیت ارجاع کننده گی آن‌ها قوی می‌باشد.



فعالیت

در تعامل ذیل اکسیدی کننده‌ها وارجاع کننده هارا مشخص سازید .



$$Cl_2 + 2NaOH \longrightarrow NaClO + NaCl + H_2O$$



فکر کنید

الف – جریان برق نتیجهٔ انتقال الکترون‌ها است ، آیا از تعاملات اکسیدیشن وریدکشن میتوان جریان برق را بدست آورد ؟

ب – چرا عملیهٔ اکسیدیشن و ریدکشن لازم وملزوم یک دیگر اند ؟

۸ - ۲ : نمبر اکسیدیشن عناصر

توسـط ولانس‌های عناصر کیمیاوی میتوان قابلیت عنصر را در تشکیل رابطه‌های کیمیاوی دانسـت (و یا این که به معنی فوق العاده بلند مقیاس قابلیت آن‌ها درتشـکیل رابطه کیمیاوی پی برد). کمیت ولانس، ارقام روابط کیمیاوی را تعیین می‌نماید که توسـط اتوم‌ها تشکیل گردیده اسـت. ولانس‌ها به حیث کمیت الکترونیگاتیویتی اتوم‌ها که با اتوم مشخص رابطه داشـته باشـد، به شـمار نرفته و علامات (+) و یا (-) را ندارند ؛ زیرا ولانس ارقام روابط را درمالیکول‌ها مشـخص می‌سـازد ؛ لاکن در مرکبات الکترون‌های که روابط کیمیاوی را تشکیل می‌نمایند، بالای اتوم‌های الکترونیگاتیف بلند، اخذ موقعیت می‌نمایند و درنتیجه اتوم

هاچارج معین را کسب میکنند. توسط درجه اکسیدیشن اتوم‌ها درمالیکول‌ها چارج برقی قسمی یا شرطی اتوم‌های مشخص به اساس استقرار الکترون‌های ولانسی بالای عنصر الکترونیگاتیف ، دریافت می گردد. ذریعه‌ی این نوع شـرایط پیش بینی می‌شـود که الکترون‌های هریک از رابطه‌ها درمالیکول و یا آیون با اتوم فوق العاده الکترونیگاتیف تعلق دارد. درجهٔ اکسیدیشـن اتوم توسط علامت (+) و یا (−) نشان داده می‌شود. علامت مثبت درجه اکسیدیشن عنصر به ارقام الکترون‌های اتوم مطابقت دارد که از آن جدا گردیده اسـت و کمیت درجه اکسیدیشن منفی پیوستن الکترون را نشان می‌دهد که با اتوم عنصر یک‌جا گردیده است.

۸ - ۲ - ۱ : قوانین تعیین نمبر اکسیدیشن

برای تعیین درجات اکسیدیشن اتوم‌ها درحالت آزاد (عنصری) و درمرکبات کیمیاوی با در نظر داشت مشخصات الکترونیگاتیویتی آن‌ها قرار مواد ذیل عملی می گردد.

1 - اتوم‌های آکسـیجن درمرکبات می توانند درجات اکسیدیشـن تام ویا کسـری را از خود نشان بدهد؛ به طور مثال: درجه اکسیدیشن آکسیجن در H_2O مساوی (2 -) بـوده، در H_2O_2، 1 - و درمرکبات KO_2 و KO_3 بـه ترتیـب $\frac{-1}{2}$ و $\frac{-1}{3}$ مـی باشـد ، در مرکب اکسـی فلوراید OF_2 درجه اکسیدیشن آکسـیجن 2 + است. به صورت مشخص درجه اکسیدیشـن هایدروجـن در مرکبات کیمیـاوی 1 + بوده؛ اما درمرکبـات هایدرایدهای فلزات فعال (Hydride Metals) نمبراکسیدیشن آن 1 - می‌باشد.

2 - درجه اکسیدیشن اتوم‌ها در آیون‌های مالیکول مرکبات ساده به اساس کمیت و علامه آن مسـاوی بـه چارج برقی آیونهای آن می‌باشـد؛ به طور مثـال: در مرکب KCl درجه اکسیدیشن پوتاشیم (K) 1+ و از کلورین (Cl) 1- است که چارج آن‌ها بترتیب 1+ و 1 - می‌باشد.

3 - درصورتی که مالیکول به اسـاس رابطهٔ کوولانت ویا روابط آیونی - کوولانسـی تشـکیل گردیده باشـد؛ بـه طور مثـال: ($HNO_3, NH_4NO_3, NH_4NO_2, NH_3$) درجه اکسیدیشـن اتوم الکترونیگاتیف قـوی علامه (−) و اتـوم دارای خاصیت الکترونیگاتیف ضعیف به علامه (+) نشان داده می‌شود.

برای دانستن درجه اکسیدیشـن معین عناصر سلسـلهٔ از مرکبات به شـکل معقول لازم اسـت تا فورمـول گرافیکی مـرکب مطلوب تحریر گـردد، در مرکبات نایتروجـن‌دار ($HNO_3, HNO_2, NH_4OH, NH_3$ و N_2H_4)، بترتیب درجه اکسیدیشـن

3 - ، 3 - ، 3 + ، 5 + و 2 - را دارا بوده که این درجات اکسیدیشـــن به طور آشـــکار درفورمول ســـاختمانی آن‌هابه ملاحظه میرســـد.

4 - مالیکول‌های که از اتوم‌ها عین عنصر تشکیل شده باشند (مانند: N_2, Br_2, Cl_2, H_2 وغیـــره) درجه اکسیدیشـــن اتوم‌های این عناصـــر درمالیکول‌های آن‌ها مســـاوی به صفر می‌باشـــد؛ زیرا قوهٔ جذب الکترونی بین هم‌چو اتوم‌ها در مالیکول شـــان موجود نمی‌باشد والکترون‌های مشـــترک بین هســـته‌های هر دو اتـــوم قرار دارد؛ به طور مثـــال: درمالیکول هایدروجن (H : H) و کلورین (Cl : Cl) درجه اکسیدیشـــن هر اتوم مســـاوی به صفر بوده ، لیکن Covalence (ولانســـی) آن‌ها با درنظرداشـــت کمیـــت جوره الکترون‌های ولانسی به یک مطابقت دارد.

5 - در اکثـــر مرکبـــات عضوی، روابط کیمیاوی خاصیت ضعیـــف قطبی را در اثر تفاوت الکترونیگاتیویتی بین اتوم های رابطه اشتراکی دارا بوده. درجهٔ اکسیدیشن اتوم‌ها درآن‌ها مانند مرکبات کو ولانسی قطبی است.

6 - فلزات درحالت عنصری دارای توزیع منظم کثافت الکترونی به اطراف هسته می‌باشد از این سبب درجهٔ اکسیدیشن آن‌ها مساوی به صفرقبول شده است.

7 - درآیون مجموعهٔ الجبری درجهٔ اکسیدیشن تمام اتوم‌ها مساوی به چارج آیون است و مجموعهٔ الجبری درجات اکسیدیشن اتوم‌ها که درترکیب مرکب خنثی برقی شامل است، مساوی به صفرمی باشد.

8 - در مرکبات کامپلکس به طور معمول درجهٔ اکسیدیشن اتوم مرکزی آن‌ها را مشخص می‌سازند؛ به‌طور مثـــال: درمرکب $K_2[Fe(SCN)_5]$ ، $[Ni(NH_3)_5]SO_4$ به ترتیب درجه اکسیدیشـــن آهن مســـاوی به (3+) بوده و درجه اکسیدیشن نکل مساوی به (2+) است. لازم به یاد آوری است که دانستن درجهٔ اکسیدیشن به شکل ظاهری پدیدار شده و به طور معمول حالت واقعی اتوم مطلوب را در مرکب مشـــخص نمی‌سازد. دربسیاری حالات درجه اکسیدیشن مساوی به ولانس عنصر مشخص نمی‌باشد؛ به طور مثال: درمیتان(CH_4)، فارمیک اسید (HCOOH)،

میـــتانــول (CH_3-OH)، فارم الدیهایــد (CH_2O) و کاربن دای اکســاید (CO_2) درجه اکسیدیشن کاربن به ترتیب مساوی به ‎-4، ‎+2، ‎-2، 0، ‎+4 بوده و هم زمان با آن ولانس اتوم کاربن در تمام مرکبات فوق الذکر مساوی به 4 است. دانستن درجه اکسیدیشن به صورت خاص در مطالعهٔ تعاملات اکسیدیشن ریدکشن زیاد مورد استفاده قرار می گیرد.

خود را امتحان نمایید

نمبر اکســیدیش یکی از اتوم‌های عناصر در مرکبات ذیل را که مجهول (X) اســت، دریافت نمایید.

الف - $\left[\overset{X}{Ni}(NH_3)_5\right]SO_4$ - ب $\overset{X}{Al}_2(SO_4)_3$ - ج $Na\overset{X}{Cl}O$ - د $H_3\overset{X}{P}O_3$

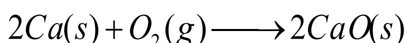
نمبر اکسیدیشــن ســلفر ‎+6 ، هایدروجن ‎+1 ، نایتروجن ‎-3 ، سودیم ‎+1 و آکسیجن ‎-2 است.

۸ – ۳ :انواع تعاملات اکسیدیشن – ریدکشن

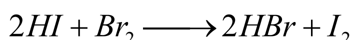
تمام تعاملات اکسیدیشن- ریدکشن را میتوان به انواع ذیل تقسیم نمود:

1 - تعاملات بین اتوم‌ها و مالیکولهای اکسیدیشن- ریدکشن: عبارت از تبادله الکترون‌ها بین اتوم‌های مختلف مالیکول‌های مختلف و یا آیون‌های مختلف بوده که بین آن‌ها صورت می گیرد؛

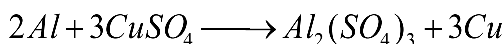
مثال: تعاملات بسیط ترکیبی و تعویضی



$$2Ca(s)+O_2(g)\longrightarrow 2CaO(s)$$



$$2HI+Br_2\longrightarrow 2HBr+I_2$$



$$2Al+3CuSO_4\longrightarrow Al_2(SO_4)_3+3Cu$$

2 - تعامل اکسیدیشن – ریدکشن خودی Disproportionation (تعاملات غیر متوازن)

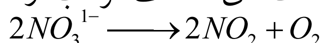
این نوع تعامل مشخصهٔ مرکبات و یا مواد ساده بوده که بعضی از اتوم‌های عین عنصر در مرکب اکسیدی شده وهم زمان عدهٔ از اتوم‌های همین عنصر ارجاع می گردد؛ به طور مثال:



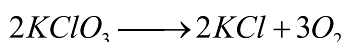
$$Cl_2+2NaOH\longrightarrow NaClO+NaCl+H_2O$$

3 - تعاملات اکسیدیشن ریدکشن داخل مالیکول‌ها :

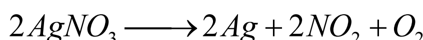
دراین نوع تعاملات یک قسمت مالیکول مرکب وظیفه اکسیدی کننده و قسمت دیگر آن وظیفهٔ ارجاع کننده را اجرا می‌نماید، مثال سادهٔ این نوع تعامل را می‌توان، پروسس ترکیبی پارچه شدن مادهٔ مغلق به قسمت‌های مختلف مرکب ارائه کرد؛ به طور مثال:



$$2NO_3^{1-} \longrightarrow 2NO_2 + O_2$$



$$2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$$

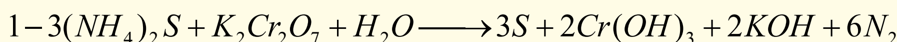


$$2AgNO_3 \longrightarrow 2Ag + 2NO_2 + O_2$$

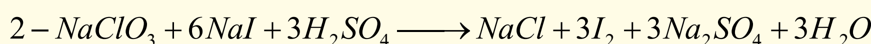


فعالیت

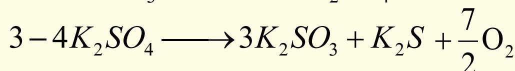
تعاملات اکسیدیشن ـ ریدکشن ذیل از جمله کدام نوع تعاملات بوده ، نوع آن را مشخص ساخته وهم اکسیدی کننده‌ها رامعلوم کنید .



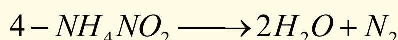
$$1 - 3(NH_4)_2S + K_2Cr_2O_7 + H_2O \longrightarrow 3S + 2Cr(OH)_3 + 2KOH + 6N_2$$



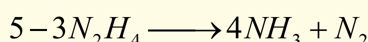
$$2 - NaClO_3 + 6NaI + 3H_2SO_4 \longrightarrow NaCl + 3I_2 + 3Na_2SO_4 + 3H_2O$$



$$3 - 4K_2SO_4 \longrightarrow 3K_2SO_3 + K_2S + \frac{7}{2}O_2$$



$$4 - NH_4NO_2 \longrightarrow 2H_2O + N_2$$



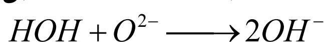
$$5 - 3N_2H_4 \longrightarrow 4NH_3 + N_2$$

۸ – ۴ : میتود ترتیب بیلانس تعاملات Oxidation – Reduction

برای ترتیب و بیلانس تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن لازم است تا خواص اکسیدی کننده‌ها و ارجاع کننده‌ها که برای تشکیل مرکبات فعالیت می‌نمایند ، دانسته شود .اکسیدی کننده‌ها و ارجاع کننده‌ها به صورت معمول به طور مجموعی به اساس خواص معلوم عناصر فعال می گردد. باید مد نظر گرفته شود که درتعاملات اکسیدیشن - ریدکشن به شکل آشکار تنها تبادله معادل «متوازن» الکترون‌ها بین اکسیدی کننده و ارجاع کننده به وقوع می‌پیوندد، یعنی در مجموع الکترون‌ها که توسط ارجاع کننده داده شده و الکترون‌های مجموعی که از اکسیدی کننده گرفته شده است ، باهم مساوی می‌باشد.

درتمام تعاملات کیمیاوی کمیت‌های مجموعی اتوم‌های یک عنصر به طرف چپ معادله مساوی به کمیت مجموعی اتوم‌های همان عنصر به طرف راست معادلهٔ تعامل می‌باشد.

اگر تعاملات Redox درمحلول‌ها انجام گردد، دراین صورت لازم است تا تأثیر محیط در تمرکز آیون‌های آزاد شدهٔ O^{2-}، H^{+} مد نظر گرفته شود که درمحیط تیزابی با تشکیل شدن مالیکول‌های کم تفکیک شده آب منجر شده و درمحلول‌های القلی و یا خنثی آب با آیون‌های منفی تعامل نموده و آیون‌های هایدروکساید (OH^{-}) را تشکیل می‌دهند.



$$HOH + O^{2-} \longrightarrow 2OH^{-}$$

به اساس دو میتود می‌توان معادلات تعاملات Red ox را ترتیب و بیلانس نمود:

۸ – ۴ - ۱: میتود بیلانس الکترونی

به اساس این میتود می‌توان الکترون‌های مجموعی را تعیین نمود که از ارجاع کننده‌ها به اکسیدی کننده‌ها انتقال می‌نمایند . تعداد الکترون‌های ارجاع کننده حتماً مساوی به مجموعهٔ الکترون‌هایی است که به ماده اکسیدی کننده پیوسته است.

۸ – ۴ - ۲: میتود نیمه تعاملات (میتود آ یون الکترونی)

دراین میتود قسمت‌های جداگانهٔ معادله (معادلهٔ نیمه تعامل آیونی) برای پروسس اکسیدیشن - ریدکشن با جمع کردن بعدی آن‌ها درمجموع معادلهٔ آیونی در نظر گرفته می‌شود، این میتود را به نام میتود نیمه تعاملات آیونی نیز یاد می‌نمایند. دراین میتود آیون‌های حقیقی که در محلول آبی موجود است ، یادداشت گردیده که بعد از یادداشت نمودن تعداد آیون‌ها به هردوطرف معادلهٔ تعامل Oxidation – Reduction مساوی ساخته می‌شود.

دراین میتود لازم است تا نه تنها ضریب اکسیدی کننده‌ها و یا ارجاع کننده‌ها دریافت گردد بلکه ضریب مالیکول‌های محیط تعامل (آب ، تیزاب ، القلی) نیز دریافت می گردد.

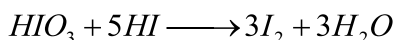
وابسته به مشخصات محیط ارقام الکترون‌ها که توسط اکسیدی کننده گرفته شده و یا اینکه از ارجاع کننده جدا گردیده است ، ممکن تغییر نمایند . درهمین حالت محیط موجب تغییرات پروسس‌های کیمیاوی نیز می گردد :

درمحیط القلی (pH > 7) :



درمحیط تیزابی (pH < 7)

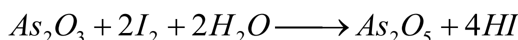




$$HIO_3 + 5HI \longrightarrow 3I_2 + 3H_2O$$

درمحیط خنثی ویا القلی ضعیف $pH \geq 7$

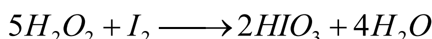




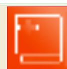
$$As_2O_3 + 2I_2 + 2H_2O \longrightarrow As_2O_5 + 4HI$$

درمحیط تیزابی (pH < 7)

درصورتی که $pH \leq 1$ باشد ، هایدروجن پراکساید بالای آیودین عنصری تاثیر نموده آن را اکسیدی وبه آیودین ترکیبی تبدیل نموده و به حیث اکسیدی کننده تبارز می‌نماید:



$$5H_2O_2 + I_2 \longrightarrow 2HIO_3 + 4H_2O$$



به خاطر معلومات بیشتر شما

محیط تعامل ممکن تعامل را وادار سازد تا به سمتی میلان داشته باشد که تعامل به همان سمت جاری باشد، این تغییرات نیز وابسته به غلظت مواد تعامل کننده است.

معادلهٔ تعامل اکسیدیشن - ریدکشن به سه مرحلهٔ متناوب ادامه پیدا می کند:

1 - مرحلهٔ که محصولات ابتدایی به دست می‌آید.

2 - مرحلهٔ محصولات ابتدایی و تمرکز آن‌ها.

3 - مرحلهٔ محصولات نهایی.

برای مرحله ظاهری دوم تعامل ، لازم است تا قاعدهٔ تمرکز محصولات را بدانیم :

1 - اتوم‌های دریافت شده با داشتن درجه اکسیدیشن مثبت 7 + ، 6 + ، 5 + ، 4 + که در تعاملات اکسیدیشن - ریدکشن سهیم گردیده اند، باآیون‌های آکسیجن تعامل نموده و رسوب‌های به شکل $[RO_4]^{n-}$ و $[RO_3]^{m-}$ را تشکیل می‌دهند؛ که مثال آن‌ها: $SO_4^{2-}, MnO_4^{1-}, SO_3^{2-}, CO_3^{2-}, ClO_4^{1-}$ وغیره می‌باشد.

بعضی اوقات Mn، S، C درمحیط خنثی ویا تیزابی، دای اکسایدها (dioxides) را تشکیل

می‌دهند که نمبر اکسید یشن این عناصر +4 بوده و آن عبارت اند از SO_2, MnO_2, CO_2 می باشد .

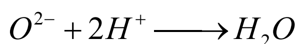
عناصر امفوتیر (Amphotric Elementes) با داشتن درجه اکسیدیشن مثبت (+2 ، +3 ، +4) در محیط القلی مرکبات کامپکلس هایدروکساید را قرار شکل ذیل تشکیل می‌دهند:



$$[Me(OH)_4]^{2-}, [Me(OH)_6]^{3-}, [Me(OH)_6]^{2-}$$

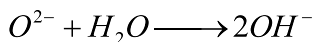
عناصری با داشتن درجه اکسیدیشن مثبت (+1 ، +2 ، +3) در محیط تیزابی نمک‌ها را تشکیل می‌دهند.

2 - موجودیت آیون اضافی و بیش ازحد آکسیجن (O^{2-}) در محیط تیزابی با آیون هایدروجن تعامل نموده ، مالیکول کم تفکیک شدۀ آب را تشکیل می‌دهند:



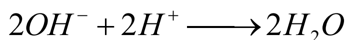
$$O^{2-} + 2H^+ \longrightarrow H_2O$$

3 – موجودیت آیون آکسیجن بیش از حد درمحیط خنثی و یا القلی‌ها با مالیکول‌های آب تعامل نموده آیون OH^- را تشکیل می‌دهند:



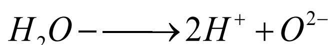
$$O^{2-} + H_2O \longrightarrow 2OH^-$$

4 – آیون اضافی H^+ درمحیط القلی با آیون OH^- تعامل نموده و مالیکول آب را قرار ذیل تشکیل می‌دهد:



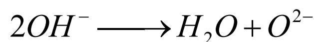
$$2OH^- + 2H^+ \longrightarrow 2H_2O$$

5 – کمی آیون آکسیجن (O^{2-}) درمحیط تیزابی ویا خنثی از مالیکول‌های آب (H_2O) آیون آکسیجن جدا شده و درنتیجه H^+ تولید می گردد:



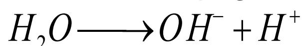
$$H_2O \longrightarrow 2H^+ + O^{2-}$$

6 – قلت آیون آکسیجن درمحیط القلی، ازگروپ‌های (OH^-) آیون آکسیجن کشیده شده و درنتیجه مالیکول آب تولید می گردد:



$$2OH^- \longrightarrow H_2O + O^{2-}$$

7 – درصورت قلت و کمی آیون H^+ در محیط القلی تعاملات Redox از مالیکول آب (H^+)کشیده شده و آیون OH^- تشکیل می گردد.



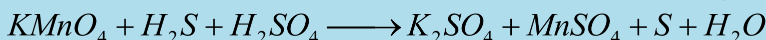
$$H_2O \longrightarrow OH^- + H^+$$

۸ – ۵ : تعاملات Redox درمحیط‌های مختلف

۸ – ۵ – ۱ : تعاملات ریدوکس در محیط تیزابی

مثال اول: اکسید یشن هایدروجن سلفاید(H_2S)با محلول آبی $KMnO_4$ درمحیط تیزابی .

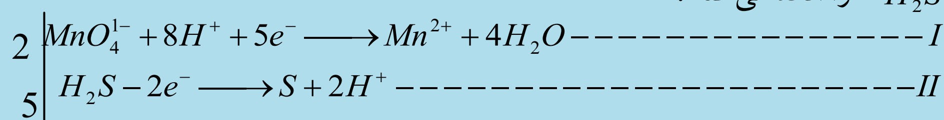
تعامل طبق معادلهٔ ذیل ادامه پیدا می‌نماید:



$$KMnO_4 + H_2S + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + MnSO_4 + S + H_2O$$

درپروسهٔ تعامل ، درجه اکسیدیشن Mn که در MnO_4^{1-} شامل است و درجه اکسیدیشن سلفر که در مرکب H_2S شامل است ، تغییر می‌نماید.

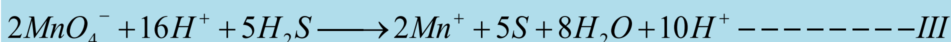
معادلهٔ آیون – الکترونی را تحریر می‌نماییم که جریان ارجاع MnO_4^{1-} واکسید یشن H_2S را افاده می کند :



$$2\,\Big|\; MnO_4^{1-} + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O \text{-----------------} I$$

$$5\,\Big|\; H_2S - 2e^- \longrightarrow S + 2H^+ \text{-------------------------} II$$

درقسمت راست و چپ هریک از معادلات باید عین ارقام اتوم‌های عناصر و مجموعهٔ ذرات موجود باشد، تعامل ریدوکس فوق درمحیط تیزابی جریان دارد ، ازین سبب غرض تساوی ارقام اتوم‌های آکسیجن به طرف چپ معادلهٔ (1) هشت آیون هایدروجن را علاوه می‌نماییم و به طرف راست معادلهٔ چهار مالیکول آب را تحریر می‌داریم . کمیت اتوم هایدروجن و آکسیجن به دوطرف معادلهٔ (1) باید مساوی باشد . به همین ترتیب مساوی شدن کمیت اتوم‌ها و مجموعهٔ الجبری آیون – الکترون‌های حاصل شده معادله توسط پروسس اکسید یشن H_2S قرار معادلهٔ (II) مشخص می گردد . بعد از مساوی ساختن کمیت الکترون‌های باخته شده و گرفته شده معادلهٔ مجموعی آیون – الکترونی را تحریر نموده (معادله III) و ضریب‌ها را در معادلهٔ تعامل که به شکل مالیکولی بوده ، قرارمی‌دهند ، یعنی :



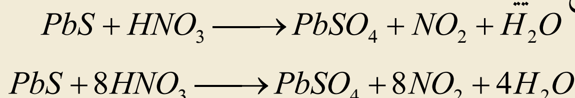
$$2MnO_4^{-} + 16H^+ + 5H_2S \longrightarrow 2Mn^+ + 5S + 8H_2O + 10H^+ \text{---------} III$$



$$2KMnO_4 + 5H_2S + 3H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 5S + 8H_2O \text{------} IV$$

خود را آزمایش کنید

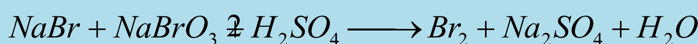
اکسـید یشـن سلفاید سرب(PbS) توسط HNO_3 راکه شکل معادلهٔ تعامل آن قرار ذیل است، توضیح نمایید:



$$PbS + HNO_3 \longrightarrow PbSO_4 + NO_2 + H_2O$$

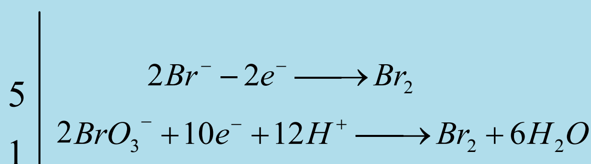
$$PbS + 8HNO_3 \longrightarrow PbSO_4 + 8NO_2 + 4H_2O$$

مثال دوم : معادلهٔ ذیل را بیلانس نمایید:



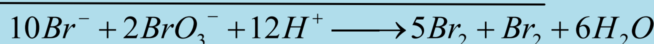
$$NaBr + NaBrO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Br_2 + Na_2SO_4 + H_2O$$

حل :

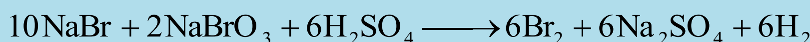


$$5 \mid 2Br^- - 2e^- \longrightarrow Br_2$$

$$1 \mid 2BrO_3^- + 10e^- + 12H^+ \longrightarrow Br_2 + 6H_2O$$

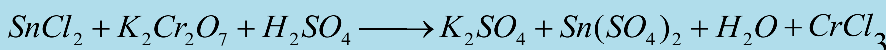


$$10Br^- + 2BrO_3^- + 12H^+ \longrightarrow 5Br_2 + Br_2 + 6H_2O$$

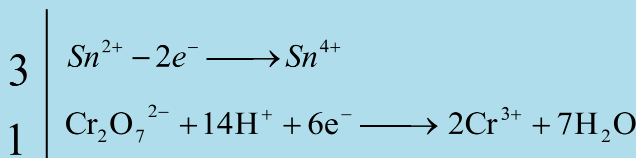


$$10NaBr + 2NaBrO_3 + 6H_2SO_4 \longrightarrow 6Br_2 + 6Na_2SO_4 + 6H_2$$

مثال سوم : معادله ذیل را توزین نمایید .



$$SnCl_2 + K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + Sn(SO_4)_2 + H_2O + CrCl_3$$



$$3 \mid Sn^{2+} - 2e^- \longrightarrow Sn^{4+}$$

$$1 \mid Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

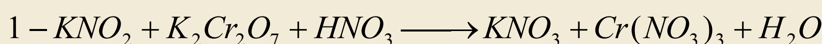


$$3SnCl_2 + K_2Cr_2O_7 + 7H_2SO_4 \longrightarrow K_2SO_4 + 2CrCl_3 + 3Sn(SO_4)_2 + 7H_2O$$

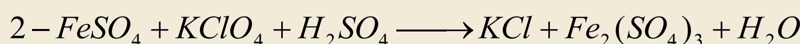
شکل مالیکولی توزین شدهٔ معادله قرارفوق تحریر می گردد.

خود را آزمایش کنید

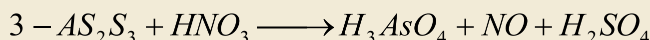
معادلات آیون- الکترون وآیون - مالیکولی تعامل Oxidation – Reduction ذیل را ترتیب وتوزین نمایید:



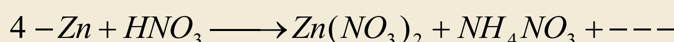
$$1 - KNO_2 + K_2Cr_2O_7 + HNO_3 \longrightarrow KNO_3 + Cr(NO_3)_3 + H_2O$$



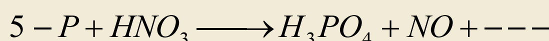
$$2 - FeSO_4 + KClO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow KCl + Fe_2(SO_4)_3 + H_2O$$



$$3 - AS_2S_3 + HNO_3 \longrightarrow H_3AsO_4 + NO + H_2SO_4$$



$$4 - Zn + HNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + ---$$



$$5 - P + HNO_3 \longrightarrow H_3PO_4 + NO + ---$$

۸ - ۵ – ۲ : تعاملات Oxidation – Reduction درمحیط القلی

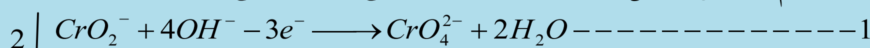
مثـــال اول: درایـــن مورد مثال تعامـــل $NaCrO_2$ (Sodium Chromite) را با برومین ملاحظه می‌نماییم که تعامل آن‌ها درمحیط القلی قرار ذیل صورت می گیرد:



$$NaCrO_2 + Br_2 + NaOH \longrightarrow Na_2CrO_4 + NaBr + H_2O$$

درپروسس تعامل ، درجه اکسیدیشن کروم (Cr) که درترکیب CrO_2^- شامل است و تغییر می‌نماید . معادلات نیمه تعامل آیون – الکترونی را تحریر مینماییـــــــــــم که اکسیدیشن CrO_2^- (معادلهٔ 1) و پروسس ارجاعی برومین (معادلهٔ 2) را مشخص می‌سازد.

درنظر میگیریم که این تعامل Redox درمحیط القلی صورت می گیرد .



$$2 \mid CrO_2^- + 4OH^- - 3e^- \longrightarrow CrO_4^{2-} + 2H_2O ---------------1$$



$$3 \mid Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^- ----------------------------2$$

غرض مســـاوی ساختن اتوم‌های آکســـیجن به طرف چپ معادله (1) چهار آیون OH^- تحریر گردیده اســـت ، به طرف راســـت معادله نیز لازم اســـت تا دو مالیکول آب تحریر گردد. حاصل جمع طرف به طرف معادله‌های مذکور قرار ذیل تحریر می گردد:



$$2CrO_2^- + 3Br_2 + 8OH^- \longrightarrow 2CrO_4^{2-} + 4H_2O + 6Br^-$$

ضریب‌های لازمه برای هریک از مالیکول‌های تعامل کننده و محصولات تعامل به شـــکل ذیل در معادله فوق الذکر بر قرار می گردد:



$$2NaCrO_2 + 3Br_2 + 8NaOH \longrightarrow 2Na_2CrO_4 + 6NaBr + 4H_2O$$

مثال دوم : معادلهٔ تعامل سـودیم سلفایت Na_2SO_3 را به $KMnO_4$ درمحیط القلی قوی در اثرمقدارکم ارجاع کننده با سلسلهٔ مراعات شدهٔ ذیل توضیح می‌نماییم:

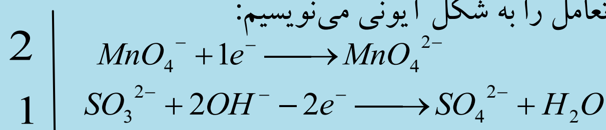
1 – معادلهٔ تعامل را تحریر نموده ، اکسیدی کننده و ارجاع کننده هارا مشخص میسازیم .



$$Na_2SO_3 + KMnO_4 + KOH \longrightarrow Na_2SO_4 + K_2MnO_4 + H_2O$$

درمالیکول Na_2SO_3 آیون SO_3^{2-} بـه شـکل ارجـاع کننده پدیدار شـده ، این آیون دو الکترون را از دسـت داده و به آیون SO_4^{2-} تبدیل می‌شـود. در مالیکول $KMnO_4$ آیون MnO_4^- بـه حیث اکسـیدی کننده نمایان می‌شـود . در محیط القلی غلیـظ و در اثر کمی ارجاع کننده این مالیکول یک الکترون را اخذ نموده ، به MnO_4^{2-} ارجاع می گردد.

2 – معادله نیمه تعامل را که پروسـس اکسیدیشن - ریدکشن را مشخص می‌سازد ، تحریر می‌نماییم ، در نظر گرفته می‌شـود که این تعامل در محیط القلی جاری می‌باشـد ، کمبود آکسیجن آیون‌های ارجاع کننده از آیون های OH^- تکمیل شده که به این ترتیب مالیکول آب تشـــکیل می گردد.ضریب‌ها را درتعاملات نیمه بررسـی نموده و مجموعهٔ معادلهٔ نیمه تعامل را به شکل آیونی می‌نویسیم:



$$2 \;|\; MnO_4^- + 1e^- \longrightarrow MnO_4^{2-}$$

$$1 \;|\; SO_3^{2-} + 2OH^- - 2e^- \longrightarrow SO_4^{2-} + H_2O$$



$$2MnO_4^- + SO_3^{2-} + OH^- \longrightarrow 2MnO_4^{2-} + SO_4^{2-} + H_2O$$

اگر معادلهٔ فوق به شکل مالیکولی آن تحریر گردد ، خواهیم داشت که :

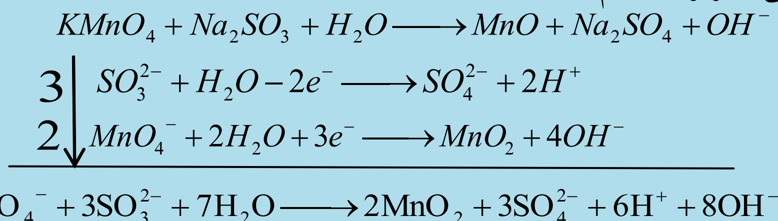
2



$$2KMnO_4 + Na_2SO_3 + 2KOH \longrightarrow 2K_2MnO_4 + Na_2SO_4 + H_2O$$

۸ – ۵ – ۳ : تعامل Red ox در محیط خنثی

مثال اول : تعاملات Red ox را درمحیط خنثی بررسی می‌نماییم و معادلهٔ ذیل را غرض بررسی تحریر میداریم:



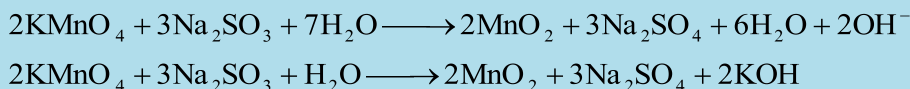
$$KMnO_4 + Na_2SO_3 + H_2O \longrightarrow MnO + Na_2SO_4 + OH^-$$

$$3 \mid SO_3^{2-} + H_2O - 2e^- \longrightarrow SO_4^{2-} + 2H^+$$

$$2 \mid MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \longrightarrow MnO_2 + 4OH^-$$

$$2MnO_4^- + 3SO_3^{2-} + 7H_2O \longrightarrow 2MnO_2 + 3SO_4^{2-} + 6H^+ + 8OH^-$$

آیون های $\overset{+}{H}$ و آیون های OH^- باهم تعامل نموده و مالیکول‌های آب را تشکیل داده اند که به اندازه کم تفکیک می‌شوند:

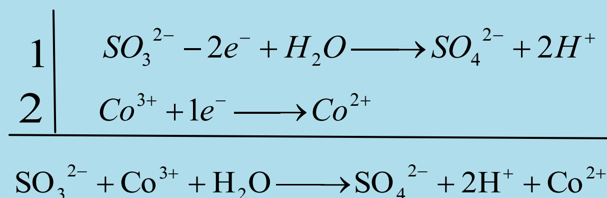


$$2KMnO_4 + 3Na_2SO_3 + 7H_2O \longrightarrow 2MnO_2 + 3Na_2SO_4 + 6H_2O + 2OH^-$$

$$2KMnO_4 + 3Na_2SO_3 + H_2O \longrightarrow 2MnO_2 + 3Na_2SO_4 + 2KOH$$

مثال دوم

معادلـهٔ تعامل اکسیدیشــن بین آیون SO_3^{2-} را با Co به شــکل آیونی آن درمحیط خنثی ترتیب میکنیم . معادلهٔ نیمه تعامل آن‌ها را تحریر می‌نماییم و ضریب‌های لازمه را به اساس آن دریافت میکنیم. کمی آیون‌های آکســیجن را از مالیکول آب پوره نموده که درنتیجه تعامــل محیط تیزابی را حاصل می‌نماید . ضریب‌های حاصل شــده را در مجموعهٔ معادله تحریر میداریم:



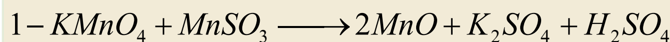
$$1 \mid SO_3^{2-} - 2e^- + H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 2H^+$$

$$2 \mid Co^{3+} + 1e^- \longrightarrow Co^{2+}$$

$$SO_3^{2-} + Co^{3+} + H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 2H^+ + Co^{2+}$$

خود را آزمایش کنید

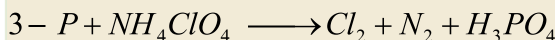
ضریب‌های لازمه را برای توازن معادلات ذیل دریافت نمایید:



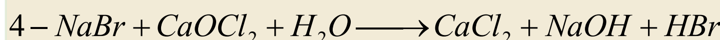
$$1-KMnO_4 + MnSO_3 \longrightarrow 2MnO + K_2SO_4 + H_2SO_4$$



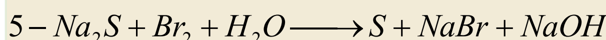
$$2-KMnO_4 + SO_2 \longrightarrow MnO_2 + K_2SO_4$$



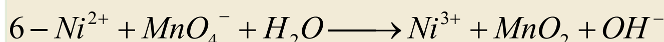
$$3-P + NH_4ClO_4 \longrightarrow Cl_2 + N_2 + H_3PO_4$$



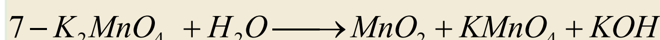
$$4-NaBr + CaOCl_2 + H_2O \longrightarrow CaCl_2 + NaOH + HBr$$



$$5-Na_2S + Br_2 + H_2O \longrightarrow S + NaBr + NaOH$$



$$6-Ni^{2+} + MnO_4^{-} + H_2O \longrightarrow Ni^{3+} + MnO_2 + OH^{-}$$



$$7-K_2MnO_4 + H_2O \longrightarrow MnO_2 + KMnO_4 + KOH$$

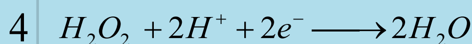
۸– ۶: ترتیب بیلانس تعاملات کیمیاوی اکسیدیشن– ریدکشن به اشتراک پراکساید ها H_2O_2 , CaO_2 , H_2S_2, FeO_2 وغیره

تمام این نوع مرکبات پراکسایدها حاوی آیون دو ولانسه (S – S) و (O – O) می‌باشد؛ از این سبب نمبر اکسیدیشن هریک از اتوم‌های آکسیجن وسلفر که زنجیر مشخص را تشکیل داده اند ، مساوی به (1 -) است، دراثر پارچه شدن H_2O_2 مالیکول آب ومالیکول آکسیجن باثبات بیشتر تشکیل می گردند که درجهٔ اکسیدیشن آکسیجن در مالیکول آب و مالیکول آکسیجن بترتیب (2 -) و (0) می‌باشد. درتعاملات اکسیدیشن– ریدکشن هایدروجن پراکساید وابسته با اشتراک کننده گان تعامل و شرایط تعامل می‌تواند به حیث اکسیدی کننده و یا ارجاع کننده نقش ایفا نماید؛ به طور مثال: تعامل هایدروجن پراکساید را به نماینده گی دیگر مرکبات پراکسایدها ملاحظه می‌نماییم:

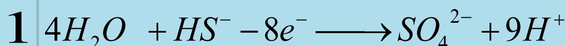
هایدروجن پراکساید به حیث اکسیدی کننده

مثال اول

الف – درمحیط تیزابی، مالیکول هایدروجن پراکساید دو الکترون را گرفته وبه دو مالیکول آب قرار معادله ذیل مبدل می‌شود:



$$4 \quad H_2O_2 + 2H^{+} + 2e^{-} \longrightarrow 2H_2O$$



$$1 \quad 4H_2O + HS^{-} - 8e^{-} \longrightarrow SO_4^{2-} + 9H^{+}$$

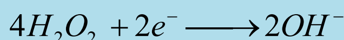


$$4H_2O_2 + 8H^{+} + HS^{-} + 4H_2O \longrightarrow 8H_2O + SO_4^{2-} + 9H^{+}$$



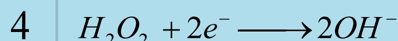
$$4H_2O_2 + H_2S \longrightarrow 4H_2O + H_2SO_4$$

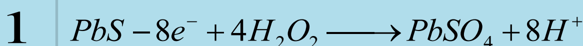
ب - درمحیط خنثی

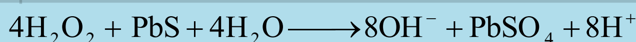

$$4H_2O_2 + 2e^- \longrightarrow 2OH^-$$

مثال دوم:


$$H_2O_2 + PbS \longrightarrow PbSO_4 + H_2O$$

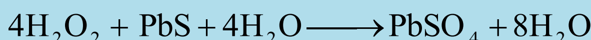
4

$$H_2O_2 + 2e^- \longrightarrow 2OH^-$$

1

$$PbS - 8e^- + 4H_2O_2 \longrightarrow PbSO_4 + 8H^+$$


$$4H_2O_2 + PbS + 4H_2O \longrightarrow 8OH^- + PbSO_4 + 8H^+$$


$$PbS + 4H_2O_2 + 4H_2O \longrightarrow PbSO_4 + \dots$$

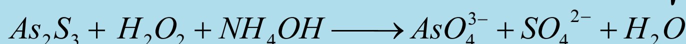
درمعادلهٔ فوق آیون های H^+ و OH^- باهم تعامل نموده ، آب را تشکیل می‌دهد .

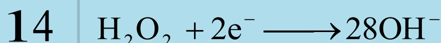

$$4H_2O_2 + PbS + 4H_2O \longrightarrow PbSO_4 + 8H_2O$$

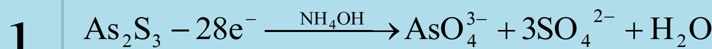

$$4H_2O_2 + PbS \longrightarrow PbSO_4 + 4H_2O$$

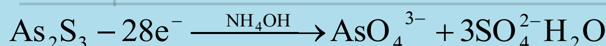
ج - تعامل Redox با شرکت H_2O_2 درمحیط القلی : $H_2O_2 + 2e^- \longrightarrow 2OH^-$

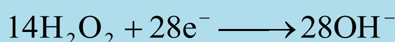
مثال سوم :


$$As_2S_3 + H_2O_2 + NH_4OH \longrightarrow AsO_4^{3-} + SO_4^{2-} + H_2O$$

14

$$H_2O_2 + 2e^- \longrightarrow 28OH^-$$

1

$$As_2S_3 - 28e^- \xrightarrow{NH_4OH} AsO_4^{3-} + 3SO_4^{2-} + H_2O$$

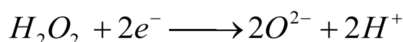

$$As_2S_3 - 28e^- \xrightarrow{NH_4OH} AsO_4^{3-} + 3SO_4^{2-} H_2O$$


$$14H_2O_2 + 28e^- \longrightarrow 28OH^-$$

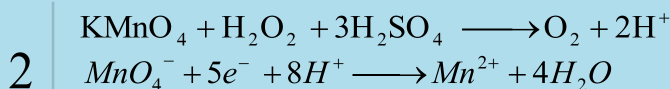

$$As_2S_3 + 14H_2O_2 \xrightarrow{12NH_4OH} 2(NH_4)_3AsO_4 + 3(NH_4)_2SO_4 + 20H_2O$$

د - هایدروجن پراکساید به حیث ارجاع کننده

درمحیط تیزابی هایدروجن پراکساید به حیث ارجاع کننده عمل می‌نماید

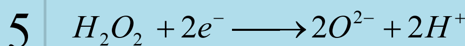

$$H_2O_2 + 2e^- \longrightarrow 2O^{2-} + 2H^+$$

مثال چهارم

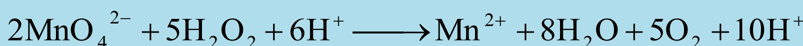


$$KMnO_4 + H_2O_2 + 3H_2SO_4 \longrightarrow O_2 + 2H^+$$

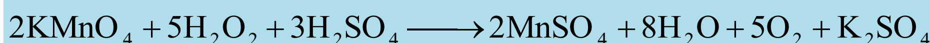
$$2 \quad | \quad MnO_4^- + 5e^- + 8H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$



$$5 \quad | \quad H_2O_2 + 2e^- \longrightarrow 2O^{2-} + 2H^+$$



$$2MnO_4^{2-} + 5H_2O_2 + 6H^+ \longrightarrow Mn^{2+} + 8H_2O + 5O_2 + 10H^+$$



$$2KMnO_4 + 5H_2O_2 + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2MnSO_4 + 8H_2O + 5O_2 + K_2SO_4$$



فعالیت

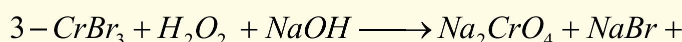
معادلهٔ نیمه تعامل (آیون – الکترونی) تعاملات Redox را برای تعاملات ذیل تحریر وتوازن آنرا بـر قـرار نمـایید.



$1 - KMnO_4 + H_2O_2 + CaOCl_2 \longrightarrow CaCl_2 + O_2$



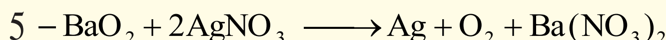
$2 - H_2O_2 + AuCl_3 + NaOH \longrightarrow Au + O_2 +$



$3 - CrBr_3 + H_2O_2 + NaOH \longrightarrow Na_2CrO_4 + NaBr +$



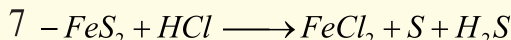
$4 - H_2O_2 + AuCl_3 \longrightarrow Au + O_2$



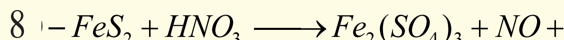
$5 - BaO_2 + 2AgNO_3 \longrightarrow Ag + O_2 + Ba(NO_3)_2$



$6 - KO_2 + MnO_2 + H_2SO_4 \longrightarrow O_2 + MnSO_4$



$7 - FeS_2 + HCl \longrightarrow FeCl_2 + S + H_2S$



$8 - FeS_2 + HNO_3 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + NO +$

۸– ۷ : حالت‌های خاص ترتیب و توازن تعاملات ریدوکس

اگردر تعاملات کیمیاوی موادی ســهم داشته باشد که برای آن‌ها محاسبهٔ درجه اکسیدیشن مشــکل بوده باشـد ، (به طور مثال : B_5H_{11}, $FeAsS$ و مرکبات عضوی) می‌توان میتود ســـمبولیک (میتـود شــکلی) بیلانس الکترونــی را به کار برد که ماهیــت آن قرار ذیل است:

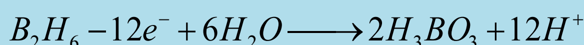
مجموعـۀ الجبری چارج‌های طـرف چپ معادلۀ تعامل Redox باید مسـاوی به چارج مجموعی سمت راست همین معادله ساخته شود .

مثال اول :



$$B_2H_6 + KClO_3 \longrightarrow KCl + H_3BO_3$$

اکسیدیشن کننده و ارجاع کننده را در معادلۀ فوق مشخص ساخته و هم معادله رابه اساس پروسس اکسیدیشن – ریدکشن تنظیم می‌نماییم:



$$B_2H_6 - 12e^- + 6H_2O \longrightarrow 2H_3BO_3 + 12H^+$$

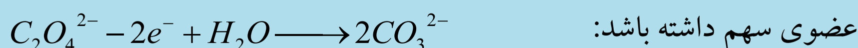
در ایـن تعامـل ارجـاع کننـده مرکب B_2H_6 بوده کـه به مرکب H_3BO_3 اکسـیدی می‌گردد:



$$B_2H_6 + 6H_2O \longrightarrow H_3BO_3 + 12H^+$$

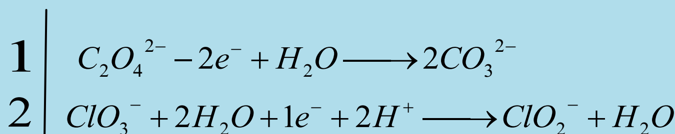
آیون‌های کمبود آکسیجن برای تشکیل H_3BO_3 را می‌توان از مالیکول‌های آب به دست آورد که در این صورت H^+ نیز تشکیل می‌گردد . طوری که دیده می‌شود به طرف چپ معادلۀ فوق چارج‌ها صفر بوده؛ اما طرف راست آن 12 چارج مثبت موجود است؛ بنابراین غرض تساوی چارج‌ها ازطرف چپ معادله باید 12 الکترون کم گردد:

مثـال دوم : تعامـل ریدوکـس مرکباتی را مطالعه می‌نماییم کـه در آن مرکبات عضوی سهم داشته باشد:

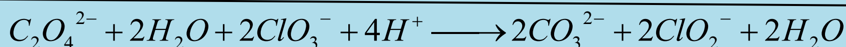


$$C_2O_4^{2-} - 2e^- + H_2O \longrightarrow 2CO_3^{2-}$$

درجۀ اکسیدیشن کلورین و کاربن در نتیجۀ تعامل مرکبات آن‌ها تغییر می‌نماید:



$$\begin{array}{c|l} 1 & C_2O_4^{2-} - 2e^- + H_2O \longrightarrow 2CO_3^{2-} \\ 2 & ClO_3^- + 2H_2O + 1e^- + 2H^+ \longrightarrow ClO_2^- + H_2O \end{array}$$

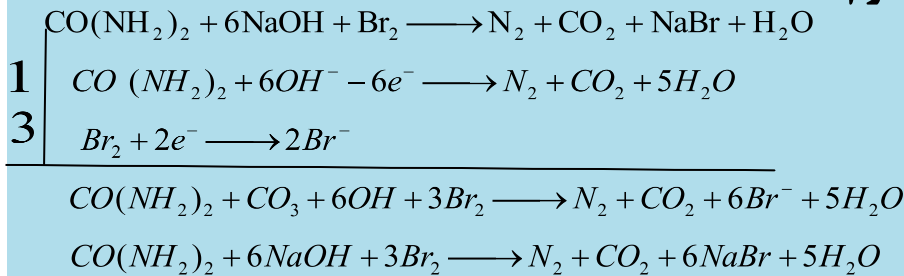


$$C_2O_4^{2-} + 2H_2O + 2ClO_3^- + 4H^+ \longrightarrow 2CO_3^{2-} + 2ClO_2^- + 2H_2O$$



$$H_2C_2O_4 + 2KClO_3 \longrightarrow K_2CO_3 + 2ClO_2^- + H_2O + CO_2$$

مثال سوم :



$$CO(NH_2)_2 + 6NaOH + Br_2 \longrightarrow N_2 + CO_2 + NaBr + H_2O$$

$$1 \quad CO\ (NH_2)_2 + 6OH^- - 6e^- \longrightarrow N_2 + CO_2 + 5H_2O$$

$$3 \quad Br_2 + 2e^- \longrightarrow 2Br^-$$

$$CO(NH_2)_2 + CO_3 + 6OH + 3Br_2 \longrightarrow N_2 + CO_2 + 6Br^- + 5H_2O$$

$$CO(NH_2)_2 + 6NaOH + 3Br_2 \longrightarrow N_2 + CO_2 + 6NaBr + 5H_2O$$



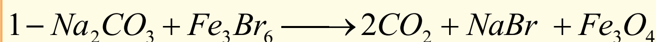
بیشتر بیاموزید

تعاملاتـــی کـــه در اثـــر حرارت صورت میگیرد ، تعامل و تـــوازن معادلات این نوع تعاملات را میتوان توسط میتود الکترون – آیونی عملی نمود.

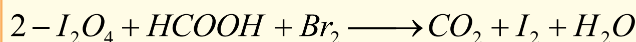


فعالیت

بیلانس الکترون – آیونی معادلات اکسیدیشن – ریدکشن ذیل را برقرار نمایید .



$1 - Na_2CO_3 + Fe_3Br_6 \longrightarrow 2CO_2 + NaBr + Fe_3O_4$



$2 - I_2O_4 + HCOOH + Br_2 \longrightarrow CO_2 + I_2 + H_2O$



$3 - B_5H_{11} + KMnO_4 + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + H_3BO_3 + K_2SO_4 + H_2O + BH_3$



خلاصه فصل هشتم

اکسیدیشن عبارت از عملیه یی است که در آن نمبر اکسیدیشن اتوم‌های بعضی از عناصر بلند می‌رود. عملیهٔ پایین آمدن نمبر اکسیدیشن اتوم‌های عناصر را در یک تعامل کیمیاوی به نام ریدکشن یاد می‌نمایند. درجهٔ اکسیدیشن اتوم توسط علامت (+) و یا (−) افاده می گردد. علامت مثبت درجه اکسیدیشن عنصر به ارقام الکترون‌های اتوم مطابقت دارد که از آن جدا گردیده است و کمیت درجه اکسیدیشن منفی ملحق شدن الکترون را نشان می‌دهد که با اتوم عنصر ملحق گردیده است.

تمام تعاملات اکسیدیشن- ریدکشن را می توان به انواع ذیل تقسیم نمود:

1 – تعاملات اکسیدیشن – ریدکشن بین اتوم‌ها و مالیکول ها عبارت از تبادله الکترون‌ها بین اتوم‌های مختلف، مالیکول‌های مختلف و یا آیون‌های مختلف بوده که بین آن‌ها صـــــــورت می گیرد.

2 – تعامل اکسیدیشـــن – ریدکشـــن (Disproportionation) (تعاملات غیر متوازن): این نوع تعامل مشـــخصهٔ مرکبات و یا مواد ســـاده بـــوده که بعضی از اتوم‌هـــای عین عنصردرمرکب اکسیدی شده وهم زمان عدهٔ از اتوم‌های همین عنصر ارجاع می گردد.

3 – تعاملات اکسیدیشن ریدکشن داخل مالیکول‌ها

درایـــن نوع تعاملات یک قســـمت مالیکول مرکب وظیفهٔ اکســـیدی کننده و قســـمت دیگر آن وظیفهٔارجاع کننده را اجرا می‌نماید.

به اساس دومیتود می توان تعاملات Red ox را ترتیب و بیلانس نمود:

میتود بیلانس الکترونی : به اســـاس این میتود می‌تـــوان الکترون‌های مجموعی را تعیین نمود که از ارجاع کننده‌ها به اکســـیدی کننده‌ها انتقال می‌نمایند . تعداد الکترون‌های ارجاع کننده حتما" مساوی به مجموعهٔ الکترون‌هایی است که به ماده اکسیدی کننده ملحق می گردد .

میتود نیمه تعاملات (میتود آیون الکترونی) : دراین میتود قســـمت‌های جداگانهٔ معادله (معادلهٔ نیمه تعامل آیونی) برای پروسس اکسیدیشن-ریدکشن با جمع کردن بعدی آن‌ها درمجموع معادلهٔ آیونی در نظر گرفته می‌شود، این میتود را به نام میتود نیمه تعاملات آیونی نیز یاد می‌نمایند، دراین میتود آیون‌های حقیقی که در محلول آبی موجود اســـت، یادداشـــت گردیده که بعد از یادداشت نمودن تعداد آیون‌ها به هردوطرف معادلهٔ تعامل Oxidation – Reduction مســـاوی ســـاخته می‌شـــود. دراین میتود لازم است تا نه تنها ضریب اکســـیدی کننده‌ها و یا ارجاع کننده‌ها دریافت گردد؛ بلکه ضریب مالیکول‌های محیط تعامل (آب ، تیزاب ، القلی) نیز دریافت می گردد.

سؤالهای فصل هشتم

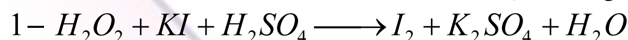
سؤالهای چهار جوابه

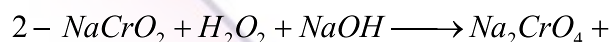
1 – تعاملات اکسیدیشن – ریدکشن بین اتوم‌ها و مالیکول عبارت از تبادله -----ها بین اتوم‌های مختلف، مالیکول‌های مختلف و یا آیون‌های مختلف بوده که بین آن‌ها صورت میگیرد.

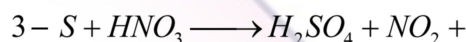
الف – ایون‌ها ب – اتوم‌ها ج – انرژی د– الکترون

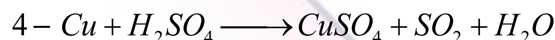
2 – تعاملاتی که در آن بعضی از اتوم‌های عین عنصردرمرکب اکسیدی شده وهم زمان عدهٔ از اتوم‌های همین عنصر ارجاع می گردد، به نام ----- یاد می گردد.   الف–اکسیدیشن خودی
ب– ریدکشن خودی ، ج – اکسیدیشن –ریدکشن خودی   د – تعاملات تعویضی
3 – تعاملات که یک قسمت مالیکول مرکب وظیفهٔ اکسیدی کننده و قسمت دیگر آن وظیفهٔ ارجاع کننده را اجرا می‌نماید به نام ---- یاد می‌شود.
الف – تعاملات اکسیدیشن   ب– اکسیدیشن ریدکشن داخل مالیکول‌ها
ج – ریدکشن   د – هیچکدام
4 – در تعاملات ریدوکس تعداد الکترون‌های ارجاع کننده حتمی مساوی به مجموعهٔ---هایی است که به ماده اکسیدی کننده ملحق می گردد.
الف – الکترون ب – اتوم‌ها   ج – مالیکول‌ها   د – پروتون ها
5 – معادلهٔ تعامل اکسیدیشن – ریدکشن به --- مرحله متناوب ادامه پیدا می کند.
الف – چهار مرحله   ب – دومرحله   ج– پنج مرحله   د – سه مرحله
6 – در معادلهٔ $Cu + HNO_3 \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + NO + H_2O$ اکسیدی کننده عبارت است از :
الف – Cu ب– HNO_3 ج – H_2O د – NO
7 – در تعامل $ClO_3^- + 6e^- + 3H_2O \longrightarrow Cl^- + 6OH^-$ کدام عنصر ارجاع گردیده است؟
الف – کلورین ب – آکسیجن   ج– هایدروجن   د– کلورین وهایدروجن
8 – درمعادلهٔ $B_2H_6 + H_2O \longrightarrow H_3BO_3 + 12H^+$ ضریب مالیکول آب ---- است
الف – 3 ب– 4 ج– 6 د– 7
9 – در معادلهٔ تعامل Oxidation – Reduction تعداد آیون‌ها به هردوطرف ..... می‌شود.
الف – جمع   ب – منفی   ج – مساوی ساخته   د – تغییر داده

سؤالات تشریحی : معادلات ذیل را توزین نمایید:


$1- H_2O_2 + KI + H_2SO_4 \longrightarrow I_2 + K_2SO_4 + H_2O$

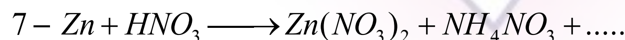

$2- NaCrO_2 + H_2O_2 + NaOH \longrightarrow Na_2CrO_4 +$

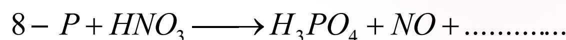

$3- S + HNO_3 \longrightarrow H_2SO_4 + NO_2 +$


$4- Cu + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + SO_2 + H_2O$


$5- MnO_2 + HCOOH + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + CO_2 + H_2O$


$6- P_2O_4 + H_2O \longrightarrow H_3PO_4 + H_3PO_3$


$7- Zn + HNO_3 \longrightarrow Zn(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + ...$


$8- P + HNO_3 \longrightarrow H_3PO_4 + NO + ...$

قوانین و محاسبات در کیمیا

گـر چه هر رشـتهٔ کیمیا دارای قوانیـن خاص مربوط به خود بوده ؛ اما در کیمیا بعضـی از قوانین هم وجود دارد که در همه بخش‌های کیمیا از آن پیروی می گردد ، در این فصل قوانین ومحاسـبات توضیح شـده که بامطالعهٔ آن میتوان مطالب علمی ذیل را آموخت :

بادر نظر داشـت روند تاریخی کشـفیات علمی کیمیا ، وسعت نظر جدید را در علم کیمیا پیدا خواهید کرد

به اساس چگونه گی کاربرد قوانین در ارتباط مسایل علمی و کشفیات معلومات حاصل می‌نماید . با محاسبات در کیمیا آشنا میشوید

۹ – ۱ : پایه‌های مسایل علمی

به صورت عموم یک مسلهء علمی به چهار پایهٔ زیر استوار است :

1 – قوانین

2 – اصول

3 – نظریه‌ها وفرضیه‌ها

4 – قرار دادها وقواعد

تلاش عالمی به نام ارشمیدس برای حل یک مسألهٔ اجتماعی ، مثالی از غلبهٔ انسان‌ها بر ناتوانی‌های تخنیکی وفنی است . به یک رویداد اجتماعی توجه نمایید.

پادشاه « هیرو » یک مقدار طلای خالص را به زرگر داد تا از آن تاجی برایش تهیه نماید، زرگر تاج را تهیه کرد و به پادشاه سپرد ، نزد پادشاه سؤال پیدا شد که آیا این تاج خالص طلا است ویا اینکه زرگر با طلا ، مس را مخلوط نموده وازآن تاج ساخته است ؛ اما چگونه میتوان به حقیقت پی برد؟ پادشاه به ریاضی دان وستاره شناس مشهور زمان خود ارشمیدس روی آورد. ارشمیدس باوجودی که برای دریافت حقیقت حل مسألهٔ افزار و روشی را نمی‌شناخت به اتکای قوهٔ ذهن وتفکر خود دستور پادشاه را پذیرفت او مدت‌ها در این اندیشه بود تا اینکه از نظریه و فرضیه خود کار گرفته و به مسئله راه حل دریافت کرد.



فعالیت

از متون علمی ذیل ، مفهوم اصل علمی وقانون را پیدا کنید .

1 - هرگاه یک جسم در آب شناور گردد، از وزن آن جسم کاسته می‌شود . مقدار کاهش وزن جسم مساوی به وزن مایع بی جاشده توسط همان جسم است

2 - ریزش باران‌های اسیدی باعث انقراض نسل حیوانات به نام دایناسور هاشده است .

3 – تمام مواد ازذرات کوچک به نام اتوم‌ها ساخته شده است، خواص مختلف مواد به علت متفاوت بودن اتوم‌های آن‌ها است.

فرضیه و نظریه، تحقیق انسان‌ها است. انسان‌ها بعد از رو به روشدن با یک مسأله و تلاش برای حل آن، اطلاعات را جمع آوری و پس از ایجاد ارتباط بین آن‌ها، نتیجه گیری می‌نماید. در این مرحله فرضیه به وجود می‌آید. در صورتی که درستی فرضیه چندین بار و در زمانهای مختلف به اثبات برسد آن را فرضیهٔ علمی میگویند. اصلاح و بهبود نظریه‌ها راهی برای حل سؤالات است.



فکر کنید

1 – سویهٔ ارزش واعتبار یک نظریهٔ علمی به کدام عوامل ارتباط دارد؟

2 – تیوری یا نظریه‌های علمی با قانون علمی چه فرق دارد؟

یکی از تیوری‌های بسیار پیشرفته در کیمیای نظری ، تیوری اتومی دالتن است . خواننده گان این کتاب با تیوری دالتن آشنایی خواهند داشت (در فصل اول ذکر گردیده است این تیوری می‌تواند پدیده‌های مختلف را از قبیل تبخیر، انحلالیت مواد در یک دیگر، نسبت‌های حجمی گازات در تعاملات، ثابت بودن نسبت‌های کتلوی وحجمی مواد را در تعاملات کیمیاوی توضیح می‌نماید ؛ اما توضیحات لازم را در مورد پدیده‌های از قبیل برق ساکن، الکترولیز محلول‌ها ، رادیو اکتیویتی و تشعشعات مواد رادیواکتیف وغیره ارایه کرده نتوانست. واحدات اندازه گیری، نام‌ها فورمول‌ها، سمبول‌ها، روش‌های نام‌گذاری وغیره مثال‌های قرار دادهای علمی است.

قرار داد علمی

قرار داد علمی چیست؟

مجموعهٔ توافقاتی که در مورد علوم به وجود می‌آید تا ارتباط محققان یک رشته با هم دیگر وحتی ارتباط دانشمندان رشته های مختلف علمی باهم آسان تر گردد ، به نام قرار داد علمی یاد می‌شود.

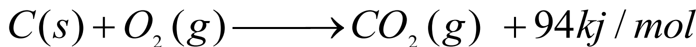


معلومات اضافی

آیوپاک (IUPAC) عبارت از سمبول اختصاری نام کمیتهٔ بین المللی کیمیای تجربی وخالص(International Union of Pure and Applied Chemistry) است که دانشمندان برجستهٔ کیمیا از ممالک جهان در آن عضویت دارد وقراردادهای علمی را درمورد مسایل کیمیا عقد می‌نمایند .

۹ – ۲ : قانون بقای ماده و یا تحفظ کتله

درقرن 18م عالم فرانسوی به نام لاوازیه (*Antoine Loucent lavoisier* 1794 – 1843) ابراز نظر نمود که در یک تعامل کیمیاوی مجموعهٔ کتله‌های محصول تعامل مساوی به مجموعهٔ کتله‌های مواد تعامل کننده است:

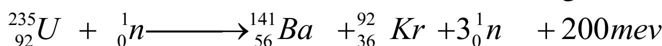


$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \ + 94kj/mol$$

این قانون از نظر تیوری اتومی - مالیکولی دالتن درست بوده ، درهر تعامل کیمیاوی تعداد مجموعی اتوم‌های عناصر تشکیل دهندهٔ مواد تعامل کننده مساوی به مجموعه اتوم‌های مواد محصول تعامل است؛ اما طوری که دیده می‌شود ، تعاملات کیمیاوی عملا" توأم با جذب ویاآزاد شدن انرژی صورت میگیرد، تعاملات که در نتیجهٔ صورت گرفتن آن‌ها انرژی آزاد می‌شود، به نام تعاملات Exothermic (حرارت دهنده) یاد شده و تعاملات که در نتیجهٔ جذب انرژی (گرما) صورت میگیرند، به نام تعاملات حرارت گیرنده (Endothermic) یاد می‌شوند.

در پروسهٔ تعامل فوق بین کاربن و آکسیجن انرژی آزاد شده و نوعی از تعامل Exothermic است که مقدار انرژی آزاد شده 94kj/mol است . این مقدار حرارت آزاد شده از تبدیل کتلهٔ کاربن و آکسیجن به انرژی ، حاصل گردیده است؛ بنابرآن باید کتلهٔ مجموعی مواد محصول تعامل کمتر از مجموعهٔ کتله‌های مواد تعامل کننده باشد.

در آغاز قرن 20 م انشتاین (Enstein) اظهار داشت که انرژی حاصل از تعاملات، نظیر تعامل فوق مربوط به تقلیل کتلهٔ محصول تعامل است و کتله کاسته شده را به اساس فورمول $E = mc^2$ خود محاسبه کرده و قانون بقای کتله و انرژی را به میان آورد . در حقیقت کتلهٔ تبدیل شده به انرژی در تعاملات Exothermic به اندازهٔ کوچک است که به هیچ وسیلهٔ اندازه شده نمیتواند ، ازین سبب قانون بقای مادهٔ لاوازیه پا بر جا می‌باشد؛ اما زمانی که هسته یورانیم در رأکتور هستوی انقسام حاصل می‌نماید، اختلاف کتلهٔ محصول تعامل حاصل از تعامل انقسام یورانیم اولی فوق العاده قابل ملاحظه بوده و تقریبا" 50 میلیون مراتبه بیشتر از سوختن کاربن و آکسیجن است:



$$^{235}_{92}U \ + \ ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{141}_{56}Ba \ + ^{92}_{36}Kr \ + 3^{1}_{0}n \ \ + 200mev$$

در تعاملات هستوی فوق باید قانون انشتاین یعنی قانون بقای ماده و انرژی را در نظر گرفت:

یک میلیون الکترو ولت (mev) معادل $3.8\cdot10^{-14}$ calory است. به اساس فورمول $E = mc^2$ دریافت میداریم که 94kjoul/mole و 200mev/mole با کدام کتله معادلت دارد که به این مقدار انرژی مبدل گردیده اند:

$$\Delta m_1 = \frac{E_1}{C^2}$$

$$\Delta m_1 = \frac{94kJ/mol}{(3\cdot10^8 m/\sec)^2} = \frac{94kjoul/mol}{9\cdot10^{16} m^2/\sec^2}$$

$$\Delta m_1 = 10.44\cdot10^{-10} g/mol$$

کتلهٔ کاسته شده در تعامل هستوی فوق الذکر قرار ذیل حاصل می گردد:

یک مول اتوم یورانیم 235g دارای $6.02\cdot10^{23}$ (به اندازه عدد اوگدرو) اتوم یورانیم است، چون در هر انقسام هسته به اندازه 200mev انرژی آزاد می گردد؛ بنابراین انرژی عمومی آزاد شده به ارگ (erg) قرار ذیل محاسبه می گردد:

$$E_2 = 200\cdot3.8\cdot10^{-14} calory = 200\cdot3.8\cdot10^{-14}\cdot4.18\cdot10^7 erg\cdot6.02\cdot10^{23}$$

$$E_2 = 1.91\cdot10^{20} erg/mol$$

$$\Delta m_2 = \frac{E_2}{C^2} = \frac{1.91\cdot10^{20} erg/mol}{(3\cdot10^{10} cm/\sec)^2} = 0.13g$$

$$\frac{\Delta m_1/235}{\Delta m_2/12} = \frac{molU}{molC} = \frac{0.13g/235g\cdot mol^{-1}}{4.36\cdot10^{-9}g/12g\cdot mol^{-1}} = 2.5\cdot10^6$$

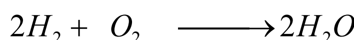
از نسبت داده شده در می‌یابیم که انرژی آزاد شده از فی مول یورانیم 2,5 میلیون مراتبه نسبت به انرژی آزاد شده از فی مول کاربن زیاد است.



شکل (9 - 1): الف - کتله چراغ‌های برقی عکاسی قبل از سوختن ، ب - کتلهٔ چراغ‌های برقی عکاسی بعد از سوختن

۹-۳ : قانون نسبت‌ها ثابت(Proust–۱۸۰۷)

این قانون را اولین بار در سال 1807 عالمی به نام Proust طرح ریزی کرده و ازین سبب به نام موصوف نیز مسمی می‌باشد که قرار ذیل بیان می گردد:
عناصر متشکل مالیکول مرکب ، در تشکیل مرکب به نسبت وزنی یا کتلوی معین و ثابت با هم تعامل می‌نمایند. طریقه‌های استحصال این اجسام ترکیبی می‌توانند به هرشیوه بوده باشد، مهم این است که دو جسم ساده همیشه به یک نسبت ثابت کتلوی با هم ترکیب شده، مرکبات را تشکیل می‌دهند؛ به طور مثال: هایدروجن با اکسیجن تعامل نمود، آب را تشکیل می‌دهند، نسبت کتلوی هایدروجن و اکسیجن در تشکیل آب 1:8 است:



$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

$$2\cdot1\cdot2 + 16\cdot2 \longrightarrow 2\cdot18$$

$$4g + 32g \longrightarrow 36g$$

$$H_2 : O_2 = 4g : 32g = 1:8$$



چه فکر میکنید ؟

یکی از مرکبات آکسیجن با نایتروجن یک گاز بی رنگ دارای فورمول N_2O_4 است ، آیا به کمک قانون نسبت‌های کتلوی میتوان به این فورمول کیمیاوی رسید ؟

۹– ۴ : قانون نسبت‌های متعدد یا قانون دالتن(Dalton)

دو عنصر با هم تعامل نموده، نه تنها یک نوع مرکب را تشکیل می‌دهند، در صورتی که نسبت کتلوی شان تغییرداده شود، مرکبات مختلف را تشکیل می‌دهند. نسبت کتلوی یکی ازاین عنصر در مرکبات مختلف آن اعداد تام ثابت و کوچک است، به طور مثال: نایتروجن و آکسیجن با هم تعامل نموده پنج نوع اکساید را تولید میکنند که نسبت کتلوی اکسیجن دراین پنج نوع اکساید آن بانایتروجن 1:2:3:4:5است؛ اما کتله نایتروجن ثابت است؛ یعنی:

	N_2	:	O_2		N_2	:	O_2	
N_2O	$14\cdot2$	:	16	1	~~7~~	:	~~4~~	1
NO	14	:	16	1	~~7~~	:	~~8~~	2
N_2O_3	$14\cdot2$	:	$16\cdot3$	1	~~7~~	:	1~~2~~	3
NO_2	14	:	$16\cdot2$	1	~~7~~	:	1~~6~~	4
N_2O_5	$14\cdot2$	:	$16\cdot5$	1	~~7~~	:	2~~0~~	5



شکل (9 – 2): مودل مالیکول‌های اکسایدهای نایتروجن

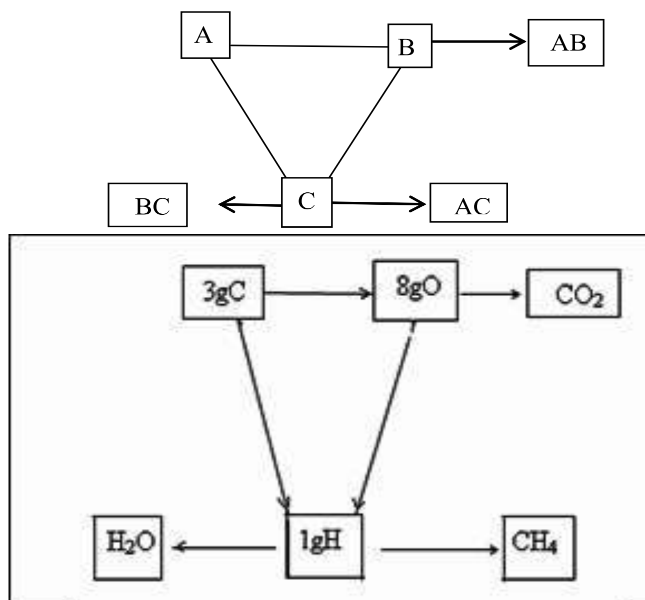
نسبت آکسیجن در پنج نوع اکساید آن با نایتروجن 1:2:3:4:5 است.

فعالیت

قانون نسبت‌های متعدد را بالای چهار نوع اکساید کلورین $(Cl_2O, Cl_2O_3, Cl_2O_5, Cl_2O_7)$ تطبیق کنید.

۹–۵: قانون معادلت ها

دو عنصر هر یک به صورت جداگانه با عنصر سومی به یک نسبت معین کتلوی تعامل نموده، مرکبات را بدون بقیه تشکیل می‌دهند. این دو عنصر بین هم نیز به همان مقدار کتله که با عنصر سومی تعامل نموده اند، تعامل کرده، مرکب را تشکیل می‌دهند:



از توضیحــات فوق نتیجه گیری می‌شــود کــه عناصر به مقاد یر معین بــا یکدیگر تعامل می‌نمایند. کتلــه معادل یک عنصر عبارت از همان مقدار کتله عنصر به گرام اســت که با 8 گرام اکسیجن تعامل نموده، بدون بقیه، اکساید مربوطهٔ خود را تشکیل می‌دهند.

مثال: اکســاید آهن به مقدار 1.5g موجود اســت که در آن 1.17g آهن شامل است، کتله معادل آهن را دریافت نمایید.

حل:

$$mFe = 1.17g \qquad m\ Oxide = 1{,}5g \qquad mO_2 = 0.33g$$

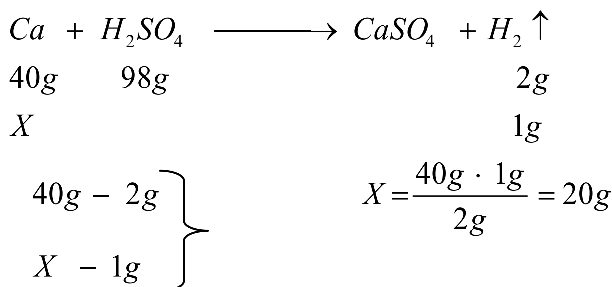
$$1.17gFe \quad - \quad 0.33gO_2$$

$$X \quad - \quad 8g\ \ O_2$$

$$X = \frac{1{,}17gFe \cdot 8gO_2}{0.33gO_2} = 28gFe$$

کتله معادل یامعادل - گرام آهن مساوی به 28g است.

کتلــه معادل یک عنصر عبارت از همان مقدار کتلهٔ آن اســت که در یک تعامل کیمیاوی یــک گرام و یا یک اتوم- گرام هایدروجن را تعویض و آزاد می‌ســازد؛ به طور مثال: در تعامل ذیل کتلهٔ معادل کلسیم 20 بوده که قرار ذیل محاسبه می گردد:



$$Ca + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + H_2\uparrow$$

$$40g \qquad 98g \qquad\qquad 2g$$

$$X \qquad\qquad\qquad 1g$$

$$40g - 2g \qquad X - 1g \qquad X = \frac{40g \cdot 1g}{2g} = 20g$$

بــه صــورت عمــوم کتلــهٔ معــادل یــک عنصــر عبــارت از کتلــهٔ اتومــی عنصــر تقســیم بــر ولانــس همــان عنصــر در مرکــب تشــکیل دهنــدهٔ آن می‌باشــد.

$$\text{کتلهٔ معادل} = \frac{\text{کتله اتومی نسبتی}}{\text{ولانس}}$$

مثال: کتله اتومی نســبی المونیم 27amu بوده و ولانس آن 3 است، کتله معادل آن را دریافت نمائید.

$$M_A Al = 27amu$$
$$VolanceAl = 3$$
$$Eq - gAl = ?$$

$$EqAl = \frac{M_A Al}{Volance}$$
$$EqAl = \frac{27amu}{3} = 9amu$$

۹-۵-۱: دریافت کتلۀ معادل مرکبات کیمیاوی

کتلۀ معادل مرکبات کیمیاوی عبارت از کتلۀ مالیکولی نسبی مرکبات تقسم بر ولانس موثر در مالیکول مرکب است:

توجه نمایید

ولانس موثر در تیزاب‌ها مساوی به تعداد اتوم‌های هایدروجن بوده و در القلی‌ها مساوی به تعداد گروپ هایدروکسیل است، به همین ترتیب در نمکها ولانس موثر عبارت از ولانس کتیون‌های فلزی نمک‌ها بوده؛ بنابرآن به اساس فورمول‌های ذیل میتوان کتله معادل مرکبات مذکور را دریافت کرد:

$$Eq_{Acide} = \frac{M_{Acides}}{\sum H^+}$$

$$Eq_{Bases} = \frac{M_{Bases}}{\sum OH^-}$$

$$Eq_{Saltes} = \frac{M_{Salts}}{Cathions\ Volance}$$

($\sum$ = تعداد)

اگر کتلۀ معادل اتوم‌ها و یا مالیکول‌ها به گرام افاده گردد، این کمیت به نام معادل گرام اتومی یا مالیکولی (Equivalent-gram) یاد می گردد که به طور عموم به (Eq-g) افاده می‌شود.

نا گفته نباید گذاشت اینکه: عناصری دارای ولانس‌های متحول، کتله معادل مختلف رادارا می‌باشد؛ به طور مثال : کتله معادل مس در Cu_2O مساوی به 63.4amu بوده ،

در حالی که کتلهٔ معادل مس در مرکب CuO مساوی به 31.7amu است.

مثـــال: کتلـــهٔ معادل H_3PO_4 را دریافت نمایید ، کتلهٔ مالیکولی H_3PO_4 مســـاوی به 98 است.

حل:

$M_{H_3PO_4=}98\ amu$

$Eq_{H_3PO_4} = ?$ $\quad EqH_3PO_4 = \frac{M_{H_3PO_4}}{\sum H^+} = \frac{98\,amu}{3} = 32{,}6\,amu$

$\sum H^+ = 3$

مثال: کتلهٔ معادل $Ca(OH)_2$ را دریافت نمائید. کتلهٔ مالیکولی نســبی $Ca(OH)_2$ مساوی به 74 است.

$M_{Ca(OH)_2} = 74amu$

$Eq_{Ca(OH)_2} = ?$

$\Sigma OH^- = 2$

$Eq\ Ca(OH)_2 = \frac{M_{Ca(OH)_2}}{\sum OH^-} = \frac{74amu}{2} = 37amu$

مثال: کتلهٔ معادل $MgSO_4$ را محاســبه نمایید، کتلهٔ مالیکولی نسبی $MgSO_4$ مساوی به 120amu است؟

حل :

$M_{MgSO_4} = 120\,amu$

$Effictive\ \ Volance = 2$ $\quad Eq_{MgSO_4} = \frac{M_{MgSO_4}}{Cathion\ \ Volance}$

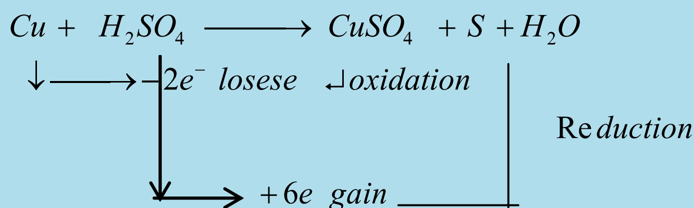
$Eq_{MgSO_4} = ?$ $\quad Eq_{MgSO_4} = \frac{120\,amu}{2} = 60\,amu$

مرکباتـــی کـــه در تعامـــلات Redox ســـهم می گیرند، دراین صـــورت اتومها عناصر متشکل مالیکول آنها ارجاع و یا Oxidation شده ، کتلهٔ معادل آنها را طوری به دست می‌آورند که کتلهٔ مالیکولی آنها را تقسیم الکترون‌های باخته شده (Losese) ویا گـــرفته شده (gain electrons) می‌نمایند، یعنی:

$$Eq_{Compound} = \frac{M_{Compound}}{Losese\quad or\ \ gain\ e^-}$$

مثال : کتلهٔ معادل H_2SO_4 را در تعامل Redox ذیل محاسبه نمایید .

حل :



$$Eq_{H_2SO_4} = \frac{M_{H_2SO_4}}{gaine^-} = \frac{98amu}{6} = 16,33amu$$

مثال : کتلهٔ معادل مس را در تعامل فوق محاسبه کنید؟

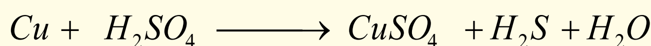
$$\text{کتله معادل مس} = \frac{\text{کتله اتوم}}{\text{الکترون باخته شده}} = \frac{63.5}{2} = 31.7amu$$

فعالیت

1 – چطور میتوانید کتلهٔ معادل مرکبات ذیل را دریافت کنید ؟


$H_3PO_4, KOH, \quad NaNO_3$

2 – کتلهٔ معادل H_2SO_4 را در تعامل ریدوکس ذیل دریافت نماید .

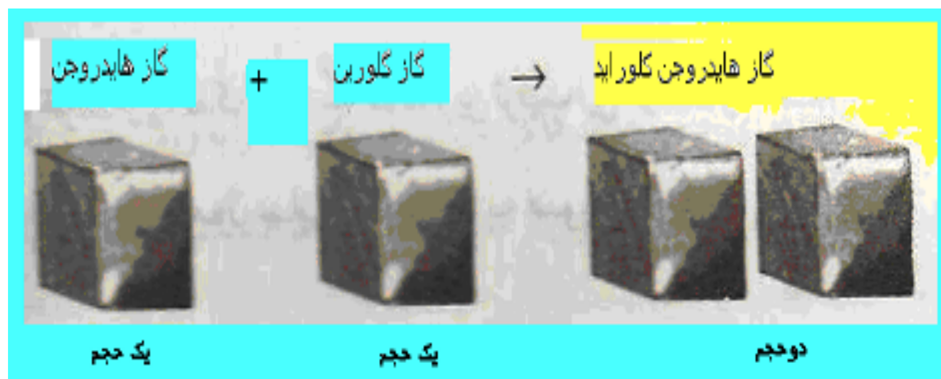

$Cu + H_2SO_4 \longrightarrow CuSO_4 + H_2S + H_2O$

۹– ۶: قانون نسبت‌ها حجمی

قانون نسبت‌ها حجمی توسط عالمی به نام گیلوسک (Gay-Liusac) طرح ریزی گردید و قرار ذیل است:

به حرارت و فشار ثابت نسبت حجمی مواد گازی تعامل کننده و محصول تعامل گازی یا بخار آن‌ها اعداد تام ، کوچک و ثابت است و هم نسبت حجمی مواد تعامل کنندهٔ گازی اعداد کوچک و ثابت می‌باشد؛ به طور مثال: هایدروجن گازی با کلورین گازی تعامل نموده ،گاز هایدروجن کلوراید را تشکیل می‌دهند. نسبت حجمی گاز هایدروجن

و کلوریــن در تشــکیل هایدروجن کلوراید 1:1 اســت، شــکل (۹-۳) و نســبت حجمی هایدروجــن و هایدروجن کلوراید 1:2 و نسـبت حجمی کلوریــن و هایدروجن کلوراید 1:2 است ، یعنی:



شکل (9 – 3): احجام بعضی گازها

۹ -۷ : قانون اوگدرو

عالمــی به نــام برزیلیوس(Berzelius) بالای نســبت‌ها حجمی تیــوری اتومی را تطبیق و دریافت کرد که حجم‌های مساوی گازات تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی اتوم‌ها را داراســت. قضیهٔ برزیلیــوس بالای گازاتی صدق می کند که در طبیعت به شــکل اتومی یافت می‌شــوند؛ اما در مورد گازهای مالیکولی صد ق نمی کند ؛ ازین ســبب تیوری دیگری به شــکل قضیه توسط اوگدرو ارائه گردید. این قضیهٔ او گد رو(Avogadro) در سال 1811م ارائه گردیده که قرار ذیل است:

حجم‌های مساوی گازات تحت عین شرایط فشار و حرارت تعداد مساوی ذرات (مالیکولها، اتوم، آیون‌ها و غیره) را دارا می‌باشــد. فرضیه اوگدرو اکنون شــکل قانون را بخود اختیار نموده و تعداد زیاد حقایق تجربوی را توضیح نموده اســت.(قانــون اول اوگدرو)؛ چنانچه دو حجم هایدروجــن کلوراید زمانی تشــکیل شــده می‌تواننــد که یک حجم کلوریــن و یک حجم هایدروجن به شــکل مالیکول بوده بــا هم تعامل نماید؛ دراین صــورت مالیکول کلورین و هایدروجن دو قســمت شده و هر قســمت هر یکی از آن‌ها با هم ترکیب شده مالیکول‌های جدید (دو مالیکول جدید) هایدروجن کلوراید را تشکیل می‌دهند.



$$H_2 + Cl_2 \longrightarrow 2HCl$$

مثال: قانون نسبت‌ها حجمی را در تعامل ذیل برای اجزای آن تطبیق نمائید:



$$3H_2 + N_2 \longrightarrow 2NH_3$$

حل:



$$3H_2 + N_2 \longrightarrow 2NH_3$$

3حجم 1حجم دو حجم

$H_2 : N_2 = 3 : 1$

$H_2 : NH_3 = 3 : 2$

$N_2 : NH_3 = 1 : 2$

قانون اوگدرو را میتوان به طور معکوس آن نیز بیان کرد:

تعــداد مســاوی مالیکول‌ها و اتوم‌های گازات تحت عین شــرایط فشــار و حرارت، حجم‌های مساوی را اشغال می‌نمایند.(قانون دوم اوگدرو)



بیشتر بدانید

یک مول هر ماده به اندازه عدد اوگدر $(6.02 \cdot 10^{23})$ ذرات را دارا بوده، در صورتی که ماده حالت گازرا دارا باشد، یک مول هر گاز به شرایط STP 22.4L حجم را اشغال می‌نماید که به اساس معادلۀ عمومی گازات کامل ؛یعنی $PV = nRT$ محاسبه شده میتواند.

عــدد اوگدرو به طریقه‌های مختلف دریافت شــده اســت کــه دراین جا از دو طـــــریقۀ آن تذ کار به عمل می‌آید:

1 - اگرکتله اتومی نسـبی ویا مالیکولی نسـبی به گرام افاده گردد (مول اتوم یا مــول مالیکول) و این کمیت‌های مولی بر کتله حقیقــی یک اتوم عنصر و یا مالیکول مرکب تقسیم گردد، در نتیجه عدد اوگدرو حاصل می‌شود:

$$\text{عدد اوگدرو} = \frac{\text{کتلۀ نسبتی عنصر به گرام}}{\text{کتلۀ حقیقی یک اتوم عنصر}}$$

$$\text{عدد اوگدرو} = \frac{\text{یک مول مرکب}}{\text{کتلهٔ یک مالیکول مرکب}}$$

مثال: کتله اتومی نسبی کاربن 12 و کتله یک اتوم آن $1.993 \cdot 10^{-23} g$ است عدد اوگدرو را دریافت نمایید:

$$\text{عدد اوگدرو} = \frac{\text{کتلهٔ یک اتوم کاربن به گرام}}{\text{کتله یک اتوم کاربن}}$$

$$\text{عدد اوگدرو} = \frac{12g}{1.99 \cdot 10^{-26} kg} = 6.02 \cdot 10^{23}$$

خود را آزمایش کنید

کتلهٔ مالیکول آب $2.9898 \cdot 10^{-26} kg$ است و کتلهٔ مالیکولی آن 18amu است، عدد اوگدرو را به دست آورید.

2 - به طریقه الکترولیز نیز میتوان عدد اوگدرو را بدست آورد؛ طوری که اگر عدد فارادی (F=96491C) تقسیم بر قیمت چارج $(e = 1.602 \cdot 10^{-19} C)$ گردد عدد اوگدرو حاصل می‌شود.

$$NA = \frac{F}{e} = \frac{96491C}{1.602 \cdot 10^{-19} C} = 6.02 \cdot 10^{23}$$

قیمت چارج را عالم امریکائی به نام ملیکان در قطرات تیل کشف کرد .

۹ – ۸ : کتله اتومی نسبتی

کتلهٔ حقیقی اتوم‌های عناصر کیمیاوی کمیت‌های کوچک بوده که بین $10^{-22} - 10^{-24} g$ قرار دارد . این کمیت‌های کوچک با توان‌های منفی در محاسبات کیمیاوی مشکلاتی را ایجاد می‌نمود ، از این سبب علمای ساینس برای اتوم‌های عناصر کیمیاوی کتله اتومی نسبتی را تعیین نموده اند ، آن‌ها کتله یک اتوم عنصر را تقسیم $\frac{1}{12}$ حصه کتلهٔ یک اتوم ایزوتوپ کاربن $({}^{12}_{6}C)$ نموده ، حاصل تقسیم را به حیث کتله اتومی نسبتی همان عنصرمطلوب قبول کردند ؛ پس:

$$M_{atomic} = \frac{mass - per\ atomElements}{\frac{1}{12}\ per - atom\ of\ Carbon - 12}$$

جستجو نمایید

علت استفاده از واحد کاربن - 12 در چه است ؟

اگر به عوض $^{12}_{6}C$ ایزوتوپ های، $^{13}_{6}C$, $^{14}_{6}C$ ویا $^{16}_{6}C$ را به کاربربند در محاسبات کدام تغییراتی رونما خواهد شد ؟

$\frac{1}{12}$ ام حصه کتلهٔ اتوم ایزوتوپ کاربن -12 را به حیث واحد کتلهٔ اتومی (Atomic . Mass .Unite) قبول نموده و به (amu) افاده می کند ؛یعنی:

(Amu) واحد کتله اتومی بین المللی = $\frac{1}{12}$ ام حصه کتلهٔ یک اتوم کاربن.

چون کتلهٔ یک اتوم کاربن $^{12}_{6}C$ مساوی به $1.993 \cdot 10^{-26} kg$ است ، پس قیمت

amu عبارت است از: $amu = \frac{1}{12} \cdot 1.993 \cdot 10^{-26} kg = 1 \cdot 661 \cdot 10^{-27} kg$

از اینجا نوشته کرده می‌توانیم که :

$$\text{کتله یک اتوم نسبتی} = \frac{\text{کتله یک اتم عنصر}}{1 \cdot 661 \cdot 10^{-27} kg}$$

مثال: کتلهٔ یک اتوم سودیم $3.8202 \cdot 10^{-27} kg$ است ، کتلهٔ اتومی نسبتی سودیم را دریافت نمایید.

حل:

$$M_{atom}Na = \frac{m\ peratom - Na}{amu} = \frac{3.8203 \cdot 10^{-27} kg}{1.661 \cdot 10^{-27} kg} = 23amu$$

مثال: کتلهٔ یک اتوم هایدروجن $1 \cdot 674 \cdot 10^{-27} kg$ است ،کتلهٔ اتومی نسبتی آن را دریافت نمایید.

حل:

$$M_{atomic}H = \frac{mass - peratomH}{amu} = \frac{1.674 \cdot 10^{-27} kg}{1.66110^{-27} kg} = 1.008amu$$



معلومات اضافی

در اکثر جدول‌های دوره یی عناصر کتله اتومی عناصر درج اســت و عبارت از اوسط مجموعی کتله‌های اتومی ایزوتوپ‌های مختلف عناصر می‌باشد .



فعالیت

اوسط مجموعی کتله‌های اتومی ایزوتوپ‌های مختلف عناصر جدول زیر را محاسبه نمایید.

ایزوتوپ	$^{16}_{8}O$	$^{17}_{8}O$	$^{18}_{8}O$
فیصدی در طبیعت	99.76%	0.04%	0.2%
کتلهٔ اتومی	15.99	17.00	18.00

۹-۹ :کتلهٔ مالیکولی نسبتی

کتلهٔ مالیکولی نســبتی مالیکول‌های مرکبات کیمیاوی عبارت از مجموعهٔ کتله‌های اتوم‌های عناصر متشکله مالیکول است.

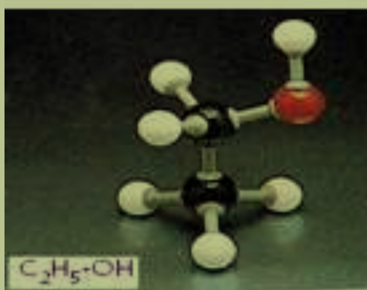
کتلهٔ اتومی آکسیجن + کتلهٔ دو اتوم هایدروجن = کتلهٔ مالیکولی آب

$$MH_2O = 1\cdot 2 + 16 = 18amu$$



مشق وتمرین نمایید

کتلهٔ مالیکولی مرکبات زیر را محاسبه کنید:



شکل (9 - 4): مودل ایتانول



الف - $C_6H_{12}O_6$ ب - C_2H_5-OH



معلومات ضروری

چون کتله‌های اتومی نسبتی عناصر به اساس قیمت (amu) در یافت گردیده اســت ؛ بنابراین اگر کتلهٔ یک مالیکول مرکب را داشــته باشــیم و آن را تقســیم قیمت (amu) نماییم کتلهٔ مالیکولی نسبتی مرکب مطلوب حاصل می‌شود؛یعنی:

$$\text{کتلهٔ مالیکولی نسبتی} = \frac{\text{کتلهٔ یک مالیکول مرکب}}{amu}$$

مثال: کتلهٔ یک مالیکول آب مساوی به $2.9898 \cdot 10^{-26}\,kg$ است ، کتلهٔ مالیکولی نسبتی آب را در یافت نمایید.

حل:- کتلهٔ مالیکولی آب

$$M_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{amu} = \frac{2.9898 \cdot 10^{-26}\,kg}{1.661 \cdot 10^{-27}\,kg} = 18amu$$

نوت: کتلهٔ حقیقی هر ذره تقسیم بر قیمت amu مساوی به کتلهٔ نسبتی آن است.

۹ – ۱۰ : مول (اتوم – گرام و مالیکول – گرام)

اگــر کتلهٔ اتومی نســبی عناصر کیمیاوی به گــرام افاده گردد ، ایــن کمیت را به نام اتوم– گرام یا مول اتومی یاد می کنند؛ به طور مثال: کتلهٔ اتومی نســبی Na مساوی به 23amu است؛ بنابراین یک مول سودیم مساوی به 23g است.

به همین ترتیب اگر کتلهٔ مالیکولی نســبتی مرکبات کیمیاوی به گرام افاده گردد، این کمیت کتلوی را به نام مالیکول-گرام یا مول مالیکولی یاد می‌نمایند؛ به طور مثال: کتلهٔ مالیکولی نســبتی تیزاب گوگرد (H_2SO_4) مســاوی به 98amu است ؛ بنابراین 98 گرام آن یک مول اســت. به صورت عموم اگر کتلهٔ نســبتی هر ذره کیمیاوی به گرام افاده شــود همین کمیت کتلوی را به نام مول همان ذره یاد میکنند؛ به طور مثال :کتلهٔ نســبتی الکترون مســاوی به $5.4 \cdot 10^{-4}\,amu$ اســت ؛ بنابراین یک مول آن مساوی به $5.4 \cdot 10^{-4}\,g$ می‌باشد.

چون اتوم– گرام ، مالیکول–گرام، ایون–گرام ..... تماما" به نام مول یاد شــده اســت و

تمام همین کمیت‌ها به اندازهٔ عدد اوگدرو ذرات را دارا اند؛ بنابراین به صورت مشخص میتوان مول را چنین تعریف کرد:

مول: عبارت از کتلهٔذرات به اندازه عدد اوگدرو به گرام است یا به عباره دیگر اگر کتلهٔ ذرات به اندازه عدد اوگدروبه گرام افاده شود ، این کمیت را به نام مول (Mole) یاد می‌نمایند

مثال: 200g سودیم هایدروکساید چند مول آن است ؟کتلهٔ مالیکولی آن 40amu است.

$$\left.\begin{array}{l} m = 200g \\ M = 40amu \\ n = ? \end{array}\right\}$$

$$\left.\begin{array}{l} 40g - 1mol \\ 200g - n \end{array}\right\} \quad n = \frac{200g \cdot 1mol}{40g} = 5mol$$

از مثال فوق میتوان فورمول $n = \frac{m}{M}$ را برای محاسبه مول استنتاج کرد.



شکل (9 – 5): مقدار مول مس، سیماب، المونیم ، برومین ، آهن، جست و سلفر

۹ - ۱۱ : دریافت فیصدی عناصر متشکلۀ مالیکول‌های مرکبات

بــرای این که فیصدی عناصر متشــکل مالیکولی مرکبات کیمیاوی را بدســت آورده بتوانیم، لازم است تا مقدار هر عنصر را در کمیت یک مول آن با در نظر داشت کتلۀ مالیکولی مرکــب دریافت نموده، در این صورت مقدار عنصر مطلوب را که در یک مول مرکب موجود است ، ضرب در عدد 100 نموده و تقسیم بر مقدار مول آن مرکب می‌نماییم، کمیت حاصل مقدار فیصدی عنصر مطلوب را افاده می‌نماید؛یعنی:

$$\text{فیصدی عنصر در مرکب} = \frac{\text{مقدار عنصر}\ .100}{\text{یک مول مرکب}}$$

مثــال اول: فیصدی کاربــن, هایدروجن و اکســیجن را در گلوکوز $((C_6H_{12}O_6))$ محاسبه نماید ، در صورتی که کتلۀ مالیکولی گلوکوز 180amu بوده باشد، کتلۀ اتومی هایدروجن 1amu ، کتلۀ اتومی کاربن 12amu و کتلۀ اتومی آکسیجن 16amu است.

حل:

$$MC_6H_{12}O_6 = 12\cdot6+1\cdot12+16\cdot6 = 180\ amu$$

$$MC_6H_{12}O_6 = 72+12+96 = 180\ amu$$

$$mole\ C_6H_{12}O_6 = 72g+12g+96g = 180g$$

$$180g\,C_6H_{12}O_6 \quad - \quad 72gC$$

$$100 \quad - \quad W\%$$

$$W\%C = \frac{72gC\cdot100}{180g} = 40\%C$$

$$180g\,C_6H_{12}O_6 \quad - \quad 96gO$$

$$100 \quad - \quad W\%$$

$$W\%O = \frac{96gO\ \cdot100}{180g} = 53.33\%O$$

$$180gC_6H_{12}O_6 \quad - \quad 12gH$$

$$100 \quad - \quad W\%H$$

$$W\%H = \frac{12gH\cdot100}{180g} = 6.7\%H$$

نوت: مجموعه فیصدی‌های اجزای متشــکل مالیکول مرکبات کیمیاوی مساوی به 100 می‌شود.

۹ – ۱۲ : فورمول تجربی و فورمول مالیکولی

یک مرکب کیمیاوی را معمولا" توسط طرز ترتیب سمبول‌های عناصر تشکیل دهندۀ آن با ضرایب نسبتی که به نام ضرایب ستیکیو متری (Stoichiometry)نیز یاد می‌شود، نشان می‌دهند؛ به طور مثال : NaCl نشان دهندۀ نمک طعام و H_2O نشان دهنده آب است که طرز ترتیب سمبول‌های اتوم‌های عناصر تشکیل دهنده با ضرایب نسبتی آن‌ها را درمرکبات به نام فورمول مالیکولی یاد می‌نمایند. یک مالیکول آب از دو اتوم هایدروجن و یک اتوم اکسیجن تشکیل گردیده است ، به این اساس فورمول مالیکولی آب H_2O است.

فورمول مالیکولی را میتوان به اساس تجزیه کیمیاوی تعیین نمود . نوع دیگری از فورمول‌های کیمیاوی عبارت از فورمول تجربی است، دراین فورمول تعداد نسبتی اتوم‌های عناصر مختلف در یک مرکب نشان داده می‌شود.(کلمه تجربی دراین جا به این معنی است که فورمول ارائه شده تنها به اساس مشاهده و اندازه گیری یعنی تحلیل توصیفی و مقداری مشخص گردیده است). مالیکول گلوکوز دارای 6 اتوم کاربن ، 12 اتوم هایدروجن و 6 اتوم آکسیجن بوده و فورمول تجربی آن CH_2O است که تنها نسبت اتوم‌های کاربن، اتوم‌های هایدروجن و اتوم‌های آکسیجن را در مالیکول گلوکوز نشان می‌دهد. چون این نسبت‌ها همواره ساده ترین شکل یک ماده را آشکار می‌سازد ، ازین سبب این فورمول را به نام فورمول ساده نیز یاد میکنند.

برای این که فورمول سادۀ مرکبات را به درستی تحریر و دریافت نموده باشیم ،لازم است تا تحلیل توصیفی و مقداری مرکب را بدانیم . با دانستن تحلیل توصیفی و مقداری مرکب میتوان فورمول تجربی آنرا قرار مواد ذیل تحریر و دریافت کرد :

1 - کمیت‌های مقداری هر عنصررا که در اثر انالیز حاصل شده است ، به مول تبدیل میکنیم.

2 - مقدار مول‌های هر عنصر تشکیل دهندۀ مرکب را که قرار ماده 1 حاصل نمودیم ، دقیقا"ملاحظه نموده کمیت کوچک آن‌ها را برملا میسازیم ، سپس تمام کمیت مولی عناصر متشکلۀ مالیکول مرکب مطلوب را تقسیم بر همین کمیت کوچک مولی نموده ، ارقام بدون واحدهای قیاسی حاصل می‌شود.

3 - کمیت‌های رقمی که طبق ماده 2 حاصل می گردد ، دقیقا" مطالعه نموده، در صورتی

که اعداد تام باشد ، نسبت‌های اتوم‌های عناصر متشکله مالیکول مرکب را در فورمول ساده نشان داده و اگر ارقام تام نباشند، آن‌ها را به طریقه رونداف و یا ضرب نمودن کوچکترین عدد تام، به اعداد تام تبد یل نموده، این اعداد تام نسبت اتومی عناصر را در فورمول ساده افاده می کند، ارقام نسبتی عناصر را با درنظر داشت طرز تحریر درست فورمول مالیکولی به سمبول‌های عناصر کیمیاوی ضمیمه ساخته، فورمول ساده حاصل می‌شود.

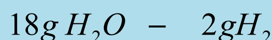
4 - غرض تحریر درست فورمول مالیکولی مرکب، علاوه از داشتن تحلیل توصیفی و مقداری باید کتلۀ مالیکولی مرکب نیز معلوم باشد، بدین اساس با در نظر داشت تحلیل توصیفی و مقداری قرار مواد فوق فورمول ساده را دریافت و کتلۀ مالیکولی مرکب مطلوب را به کتلۀ مالیکولی نسبتی فورمول ساده تقسیم و عدد تام حاصل خواهد شد که این عدد را به نسبت عناصر در فورمول ساده ضرب نموده ودر نتیجه فورمول مالیکولی مرکب حاصل می گردد.

مثال: یک گرام از یک مرکب متشکل از کاربن و هایدروجن سوختانده شده که در نتیجه 3.3g کاربن دای اکساید (CO_2) و 0.899g آب (H_2O) حاصل گردیده، فورمول ساده مرکب را دریافت نمایید .

حل:

مقدار ماده عضوی سوختانده شده = 1g
کاربن دای اکساید = 3.3g
آب حاصل شده = 0.899g

ابتدا مقدار هایدروجن و کاربن را در مرکب مطلوب به دست می‌آوریم.



$$18g\,H_2O \quad - \quad 2gH_2$$

$$0.899g \quad - \quad m_{H_2} \qquad m_{H_2} = \frac{0.899gH_2O \cdot 2gH_2}{18gH_2O} = 0.1gH_2$$



$$44gCO_2 \quad - \quad 12gC$$

$$3.3gCO_2 \quad - \quad mC \qquad mC = \frac{12g \cdot 3.3gCO_2}{44gCO_2} = 0.9gC$$

$nC = 0.9g \div 12g/mol = 0.075mol$

$nH_2 = 0.1g \div 2g/mol = 0.1mol$

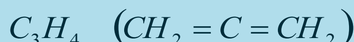
$C = 0.075mol \div 0.075mol = 1$

$H_2 = 0.1mol \div 0.075mol = 1.3$

$C = 1 \cdot 3 = 3$

$H_2 = 1.3 \cdot 3 = 4$

$C = 3$

$H_2 = 4$  $C_3H_4 \quad (CH_2 = C = CH_2)$



مشق وتمرین کنید

3.2g اکساید آهن با گاز هایدروجن حرارت داده شده است، در نتیجه 2.24g آهن فلزی حاصل گردیده اســت ، فورمول سادۀ اکساید آهن را دریافت نمائید، کتلۀ اتومی آهن 56 و از آکسیجن 16amu است.

مثــال ۲: در ترکیــب یــک مرکب 8g کاربــن،1.33g هایدروجن و 10.667g اکســیجن شــامل اســت، کتلۀ مالیکولی مرکب180amu است فورمول ســاده و ترکیبی مالیکولی مرکب مطلوب را دریافت نمایید.

حل:

$$\left.\begin{aligned} mC &= 8g \\ mH_2 &= 1.33g \\ mO_2 &= 10.66g \end{aligned}\right\} \quad \begin{aligned} nC &= 8g \div 12g/mol = 0.667mol \\ nH_2 &= 1.33g \div 1g/mol = 1.33mol \\ nO_2 &= 10.667g \div 16g/mol = 0.667 \end{aligned}$$

$nC = 0.667mol \div 0.667mol = 1$

$nH_2 = 1.33mol \div 0.66mol = 2$

$nO_2 = 0.667mol \div 0.667\ mol = 1$

$$\left.\begin{aligned} C &= 1 \\ H &= 2 \\ O &= 1 \end{aligned}\right\} \quad CH_2O$$

$M(CH_2O)n = 180$

$(30)n = 180$

$$n = \frac{180}{30} = 6$$

$(CH_2O)n = (CH_2O)6$



$C_6H_{12}O_6$



خلاصهٔ فصل نهم:

* در یک تعامل کیمیاوی مجموعهٔ کتله‌های محصول تعامل مساوی به مجموعهٔ کتله‌های مواد تعامل کننده است.

* عناصر متشکل مالیکول مرکب در موقع تشکیل مرکب به نسبت وزنی یا کتلوی معین و ثابت با هم تعامل می‌نمایند.

* دوعنصر با هم تعامل نموده نه تنها یک نوع مرکب را تشکیل می‌دهند، در صورتی که نسبت کتلوی شان تغییرداده شود، مرکبات مختلف را تشکیل می‌دهند. نسبت کتلوی یکی ازین عناصر در مرکبات مختلف آن اعداد تام ثابت و کوچک است.

* دو عنصر هر یک به صورت جداگانه با عنصر سومی به یک نسبت معین کتلوی تعامل نموده، بدون بقیه مرکبات را تشکیل می‌دهند . این دو عنصر بین هم نیز به همان مقدار کتلوی که با عنصر سومی تعامل نموده اند ، تعامل کرده، مرکب را تشکیل می‌دهند.

* کتلهٔ معادل یک عنصر عبارت از همان مقدار کتلهٔ عنصر به گرام است که با 8 گرام آکسیجن تعامل نموده ، بدون بقیه اکساید مربوطه خود را تشکیل می‌دهند.

* کتلهٔ معادل یک عنصر عبارت از همان مقدار کتلهٔ آن است که در یک تعامل کیمیاوی یک گرام و یا یک اتوم- گرام هایدروجن را تعویض و آزاد می‌سازد.

* کتلهٔ معادل مرکبات کیمیاوی عبارت از کتلهٔ مالیکولی نسبتی مرکبات تقسم بر ولانس مؤثر در مالیکول مرکب است:

* به حرارت و فشار ثابت نسبت حجمی مواد گازی تعامل کننده و محصول تعامل گازی یا بخار آن‌ها اعداد تام ، کوچک و ثابت است و هم نسبت حجمی مواد تعامل کننده گازی اعداد کوچک و ثابت می‌باشد.

* یک مول هر ماده به اندازه عدد اوگدرو ($6,02 \cdot 10^{23}$) ذرات را دارا بوده، در صورتی که ماده حالت گازرا دارا باشد ، یک مول هر گاز در شرایط STP 22.4L حجم را اشغال می‌نمایند.

* مول: عبارت از کتلهٔ ذرات به اندازه عدد اوگدرو به گرام است ، یا به عباره دیگر اگر کتلهٔ ذرات به اندازهٔ عدد اوگدروبه گرام افاده شود ، این کمیت را به نام مول (Mole) یاد می‌نمایند

* مقـدار عنصر مطلوب را که در یک مول مرکب موجود اســت ضرب، در 100 نموده و تقسـیم بر مقدار مول آن مرکب می‌نماییــم . کمیت حاصله مقدار فیصدی عنصر مطلوب را افاده می‌نماید،

تمرین فصل نهم

سؤالهای چهار جوابه

1 - به صورت عموم یک مسألهٔ علمی به ------ پایهٔ استوار است :

الف- یک ب - دو ج - سه د - چهار

2 - کتله‌هــای مجموعی محصول تعامــل ----- به مجموعه کتله‌های مــواد تعامل کننده است.

الــف - زیــاد تــر ب - کمتر ج - مســاوی د - بعضی اوقات زیاد وبعضی اوقات کم

3 - عالمــی بــه نام---- قانون نســبت‌های ثابت را طرح ریزی کرده و ازین ســبب به نام موصوف نیز مسمی می‌باشد

الف - لاوازیه ب - گیلوسک ج - Proust د - دالتن

4 - نسبت آکسیجن در مرکب آب و مرکب هایدروجن پراکساید ----- است

الف - 2 :1 ب - 1:3 ج - 2:3 د - 1 : 2

5 - کتلهٔ معادل H_3PO_4 را کدام ارقام ذیل نشان می‌دهد ؟

الف - 16 ب -15 ج - 32.6 د - 22.6

6 - به حرارت و فشار ثابت، نسبت حجمی مواد گازی تعامل کننده و محصول تعامل گازی آن‌ها ----- است

الــف - اعــداد تــام ، کوچک و ثابت ب- اعداد کســری ج - ارقام بــزرگ د - هیچ کدام

7 - یک مول هر ماده به اندازه ----- ذرات را دارا است :

الف - عدد اوگدرو، ب - $(6.02 \cdot 10^{23})$، ج - 22.4 لیتر، د - الف وب هردو

8 - کتلهٔ اتومی نســبتی کاربن 12 و کتله یک اتوم آن $1.993 \cdot 10^{-23}g$ است، قیمت amu است.

الف - $(1.661 \cdot 10^{-24}g)$ ب - $(6.02 \cdot 10^{-27})$ ج - الف وب د - هیچکدام

9 - فیصدی کاربن را در گلوکوز ($C_6H_{12}O_6$) محاسبه نماید .

الف - 50% ب - 23% ج - 40% د – 33%

10 – مول عبارت از کتلهٔ ذرات به اندازهٔ -------- به گرام است .

الــف – کیلو گــرام ب – $(6.02\cdot10^{23})$ ج – عدد اوگدرو د – ب وج هردو درســت است

سؤالهای تشریحی

1 – به حرارت و فشار زیاد گاز نایتروجن و هایدروجن با هم تعامل نموده، امونیا را تشکیل می‌دهند, اگر $4.20\cdot10^{26}$ مالیکول نایتروجن با هایدروجن تعامل نماید، مقدار هایدروجن تعامل کننده و تعداد مالیکولهای هایدروجن تعامل کننده چقدر خواهد بود ؟ امونیا حاصل شده چقدر و چند مالیکول خواهد بود؟

2 – امونیــا با آکســیجن تعامل نموده NO و آب حاصل می گــردد ، به تعداد $3.6\cdot10^{21}$ مالیکول اکسیجن چه تعداد مالیکول NO را تولید کرده میتواند؟

3 – فیصدی B را در مرکب $HGa_3AlBSi_2O_{16}$ محاسبه نمایید.

4 – مــس ســلفیت $(CuSO_4)$ ، K_2CrO_4 و آب (H_2O) تحت شــرایط خاص با هم تعامل نمــوده، محصول تعامل آنها مرکبی اســت که از $OH^-, CrO_4^{2-}, Cu^{2+}$ تشــکیل گردیده اســت . تحلیل مقداری نشــان می‌دهد که در مرکب مطلوب ایون‌های فوق الذکر بالترتیب %48.7 , %35.6 و %15.7 موجود اســت, فورمول تجربی مرکب مذکور را دریافت نمایید.

5 – کمیت‌های مشخص شده ذیل را محاسبه نمایید.

الف– تعداد مول‌های موجود در $9.32\cdot10^{25}$ اتوم Zn.

ب–کتله 3.27 مول ارگون چند گرام است؟

ج– ذرات اتومی $3,07.10^{20}$ نقره چند ملی گرام کتله دارد؟

د– $46.5cm^3$ آهن چقدر اتوم را داراست $(d_{Fe} = 7.68g/cm^3)$ است.

6 – وزن اتومی فلزی را دریافت نمایید که فورمول تجربی اکســاید مربوطه آن Me_2O_3 بوده و فیصدی فلزی مطلوب در اکساید آن %68.4 بوده باشد.

7 – عنصر x با کلورین تعامل نموده، مرکب XCl_4 را تشکیل داده است، فیصدی آیون را (Cl^-) در مرکب مذکور %74 بوده باشد، x کدام عنصر است؟

8 – به مقدار 1.423g کســاید اســکاندینیم با H_2 تعامل و ارجاع گردیده است که در نتیجه 0.929g فلزSc و آب حاصل شده است ، فورمول اکساید را دریافت نمایید.

9 - اگر $KClO_3$ حرارت داده شود طبق معادلهٔ ذیل به KCl و اکسیجن تبدیل می گردد.



$$2KClO_3 \longrightarrow 2KCl + 3O_2$$

اگر 50% مرکب مذکورتجزیه گردد، چقدر از وزن $KClO_3$ کاسته می‌شود؟ در صورتی که مقدار آن 100g باشد.

10 - مخلوط NaCl و KCl به وزن یک گرام موجود است، زمانی که مخلوط در آب حل گردد و بالای $AgNO_3$ علاوه شود تمام ایون‌های کلوراید به AgCl تبدیل شده، رسوب می‌نماید، مقدار AgCl رسوب کننده مساوی به 2.1476g است، فیصدی NaCl در مخلوط اولی چقدر خواهد بود؟

11 - به مقدار 1.28g کلسیم در مجاورت هوا به طور کامل به 1.8g CaO تبدیل گردیده است, کتلهٔاتومی Ca را دریافت نمایید، در صورتی که کتله اتومی اکسیجن 16 باشد.

12 - زمان که 2.75g مرکب Pb_3O_4 را حرارت دهیم، تجزیه خواهد گردید و به مقدار 0.064g آکسیجن و اکساید دیگر آن تشکیل می گردد، فورمول اکساید سرب تشکیل شده را دریافت نمایید.

13 - یک مخلوط هایدروکاربن که شامل 60 فیصدکتلوی C_3H_8 و40% C_xH_y است، به مقدار 10گرام آن سوختانده شده است, در نتیجه 29g CO_2 و 18.8g آب حاصل گردیده است فورمول هایدروکاربن C_xH_y را دریافت نمائید.

14- Li_2CO_3 فورمول تجربی لیتیم کاربونیت است هر واحد فورمول مرکب مذکور دارای کدام تعداد اتوم‌های عناصر متشکله است؟

15 - نمونهٔ از گاز نایتروجن دارای $4.6 \cdot 10^{22}$ اتوم نایتروجن است, چند مول اتوم نایتروجن دراین کمیت اتومی موجود است؟

16 - سنگ آهک(کلسیم کاربونیت) را حرارت میدهیم در نتیجه به CaO و CO_2 تبدیل می گردد اگر 40g سنگ آهک تجزیه گردد ،به مقدار 22.4g CaO حاصل می‌شود, مقدار CO_2 را دراین تجزیه محاسبه نمایید.

مآخذ

1- Kotz John C., paul Treichel, Jr. Chemistry and Chemical Reactivity(fourth edition). Harourt Barace and Company. U.S.A., 1999.

2- Raymony Chang. Chemistry(seventh edition). 2002.

3- Chemistry News are selected from chemistry in Britian, Nos. May, Jun, August/ 1998.

4- Hotl, Rinehart/Winston Physical Science, a Harcourt education chemistry Company 2005.

5- Hotl, Rinehart/Winston Modern chemistry 2005.

6- Chemistry stouten S.Zumdahl, third edition university of lllinois 1993.

7- Fuddamental of Chemistry, third edition, David E. Goldberg. Brookly College, 1998.
=

8- Kotz John C., paul Treichel, Jr. Chemistry and Chemical Reactivity(fourth edition). Harourt Barace and Company. U.S.A., 1999.

۹ – شـــیمی (۳) و آزمایشـــگاه. برهم کنش میان مواد، ســال ســوم دبیرســتان، ۱۳۸۶ کود ۲۵۷,۱

۱۰ – علوم تجربی. سال سوم دوره‌ء راهنمایی، کود ۱۴۳ سال ۱۳۸۶.

۱۱ – شیمی. شیمی برای زنده گی(۱)، کود ۲۰۷,۱ سال ۱۳۸۴ .

۱۲ – کیمیــای عمومی. مؤلف : پوهندوی دیپلوم انجنیر عبدالمحمد عزیز، اســتاد پوهنتون کابل سال: ۱۳۸۷.

۱۳ – مفاهیم اساســی کیمیای معاصــر مؤلف E.N Ramsden: مترجــم پوهنمل دیپلوم انجنیر عبدالمحمدعزیز کابل ۱۳۸۳.